สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความสามารถในการรับแรงของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีการเจาะนำ

THE STUDYING ABOUT BEARING CAPACITY OF SMALL PILE WHICH HAS PRE-BORED

โดย

นายพรชัย ง้อสุรเชษฐ์

นายภาณุมาศ อัครธราดล

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36770
วัน, เดือน, ปี 28 ส.ค. 2543

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDYING ABOUT BEARING CAPACITY OF SMALL PILE WHICH HAS PRE-BORED

MR. PORNCHAI NGORSURACHATE

MR. PANUMART AKKARATHARADOL

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION ENGINEERING , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความสามารถในการรับแรงของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีการเจาะนำ			
นักศึกษา	นายพรชัย	ง้อสุรเชษฐ์	รหัสประจำตัว	39014344
	นายภาณุมาศ	อัครธราดล	รหัสประจำตัว	39014389
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		สาขาวิชา	วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา			
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. ศักดิ์ชัย	สกานุพงษ์		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
อ. สุรัตน์	หวังเจริญ	.....
อ. เกษม	อมันตกุล	.....
อ. ถนอม	ศรีวรษา	.....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ 30 เดือน เมษายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความสามารถในการรับแรงของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีการเจาะนำ
นักศึกษา	นายพรชัย ง้อสุรเชษฐ์
	นายภาณุมาศ อัครธราดล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

การก่อสร้างสิ่งก่อสร้างในบริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งดินมีสภาพเป็นดินอ่อนนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เสาเข็มในการรับหรือถ่ายน้ำหนักจากดินด้านบนลงสู่ดินด้านล่างที่มีความแข็งแรงกว่า หรือมีความหนาแน่นกว่า ซึ่งจะพบว่าความสามารถในการรับแรงเฉือนของดินเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก ในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับงานปฐพีกลศาสตร์ ซึ่งค่า C และ ϕ ที่ได้จากการทดลองจะสามารถบอกถึงคุณสมบัติของดิน และสามารถนำค่าเหล่านี้มาใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มและใช้ในการออกแบบฐานราก

การศึกษาเกี่ยวกับดินที่เติมลงในหลุมเจาะนำ เพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ดินชนิดใดที่ทำให้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ผู้ศึกษาจึงนำแนวความคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการทดลองหาแรงเฉือนแบบโดยตรง เพื่อที่จะสามารถนำค่าแรงเฉือนที่ได้ไปหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเพื่อเปรียบเทียบกับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มโดยวิธี Standard Load Test ซึ่งใช้เสาเข็มรูปตัวไอ ขนาด 0.12 x 0.12 x 4.00 ม. โดยมีการขุดนำที่ระยะ 2.0 ม. แล้วเปรียบเทียบดูว่าค่าจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากการทดสอบแบบ Standard Load Test คิดเป็นร้อยละเท่าไรและเปรียบเทียบดูว่าค่าจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากการคำนวณตามทฤษฎีคิดเป็นร้อยละเท่าไร

ผลที่ได้จากการทดสอบดินเหนียวกับคอนกรีตคือค่ากำลังจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการทดสอบแบบ Standard Load Test คิดเป็นร้อยละ 11.1 และค่ากำลังจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการคำนวณตามทฤษฎีคิดเป็นร้อย 19.31

ผลที่ได้จากการทดสอบทรายเปียกกับคอนกรีตคือค่ากำลังจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการทดสอบแบบ Standard Load Test คิดเป็นร้อยละ 25.8 และค่ากำลังจากการทดสอบ Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการคำนวณตามทฤษฎีคิดเป็นร้อย 15.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TITLE : THE STUDYING ABOUT BEARING CAPACITY OF SMALL PILE WHICH HAS PRE-BORED

NAME : MISTER. PORNCHAI NGORSURACHATE

MISTER. PANUMART AKKARATHARADOL

FIELD : CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT : CIVIL ENGINEERING

FACULTY : ENGINEERING

ADVISOR : SAKCHAI SAKANUPONG

ABSTRACT

The construction in Bangkok area had the soft clay condition . It is necessary to use pile to support and transfer upper load soil down to lower soil that are more strong or more density and the ability to support shear force of soil is very necessary. To analyze the problem of soil mechanic, the value of C and ϕ from the experiment will identify the properties of soil. We will take these values to calculate the bearing of pile and design the foundation.

The studying soil filled in prebore to determine the efficiency of pile to support load. What kind of soil will be taken the less weight that is the most interesting.

We use this idea to apply experiment of direct shear method. Later bring the shear force value to calculate bearing capacity of pile that compare with bearing capacity of pile by standard load test method which use I-Shape pile 0.12 x 0.12 x 4.00 m. The pre bore had drilled 2.00 m. And compare bearing capacity between direct shear method that decrese or increse from pile load test method and compare bearing capacity between direct shear method that decrese or increse from theorem calculate.

Test of clay is decrese from pile load test method about 11.1 % and bearing capacity from direct shear method that decrese from theorem calculate about 19.31 %

Test of wet sand is decrese from pile load test method about 25.8 % and bearing capacity from direct shear method that decrese from theorem calculate about 15.45 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ คุณความดีขอมอบให้แก่บุคคลผู้ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนให้คำแนะนำในด้านต่างๆ ดังนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆรวมจนถึงได้กรุณาตรวจโครงงานพิเศษนี้จนสำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุพจน์ ศรีนิล ที่ให้คำแนะนำในการค้นคว้าโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมเกียรติ์ ขวัญพฤกษ์ ที่ให้คำแนะนำในการค้นคว้าโครงงานพิเศษ

ขอขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆที่ได้ช่วยให้ทั้งกำลังกายและกำลังใจจนกระทั่งโครงงานพิเศษนี้สำเร็จไปด้วยดี

ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากโครงงานพิเศษนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านเพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณของท่านทั้งหลายที่มีแก่ผู้จัดทำด้วย

พรชัย ง้อสุรเชษฐ์

ภาณุมาศ อัครธราดล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	ก
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
	กิตติกรรมประกาศ	ค
	สารบัญ	ง
	สารบัญตาราง	ฉ
	สารบัญภาพ	ช
1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
	1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ทำโครงงานพิเศษ	2
	1.4 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
	1.5 วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ	3
	1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	ทฤษฎีแนวความคิด	5
	2.1 การวิเคราะห์ปัญหาในงานปฐพีกลศาสตร์	6
	2.2 แรงเฉือนของดิน	6
	2.3 ฐานรากเสาเข็ม	9
	2.4 การคาดคะเนน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม	10
	2.5 ข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร	13
	2.6 การทดลองแรงเฉือนแบบโดยตรง (DIRECT SHEAR TEST)	13
3	การดำเนินการ	26
	3.1 อุปกรณ์การทดลอง	26
	3.2 ขั้นตอนการหาค่าคงที่ (K) ของ PROVING RING	27
	3.3 ขั้นตอนการเตรียมผิวซีเมนต์บน STATION BASE	27
	3.4 ขั้นตอนการเฉือนตัวอย่าง	27
	3.5 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดิน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
4	ผลการทดสอบ	30
	4.1 การคำนวณค่ารับน้ำหนักของเสาเข็ม	30
	4.2 ผลการทดลอง	38
5	สรุปการทดสอบและข้อเสนอแนะ	46
	5.1 สรุปผลการทดสอบ	46
	5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	47
	5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง	47
	5.4 ข้อเสนอแนะ	48
	รูปประกอบ	49
	บรรณานุกรม	56
	ภาคผนวก ก.	57
	ภาคผนวก ข.	206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	ค่าสัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักบรรทุก	12
2.2	เครื่องหมายที่ใช้ในวิชาปฐพีกลศาสตร์	20
2.3	ค่าคงตัว ϕ จากผลการทดสอบตัวอย่างทรายแห้ง	20
4.1	แสดงคุณสมบัติดินเหนียว	40
4.2	แสดงคุณสมบัติทรายแห้ง	40
4.3	แสดงคุณสมบัติทรายเปียก	41
4.4	แสดงคุณสมบัติดินเหนียวกับผิวคอนกรีต	41
4.5	แสดงคุณสมบัติทรายแห้งกับผิวคอนกรีต	42
4.6	แสดงคุณสมบัติทรายเปียกกับผิวคอนกรีต	42
4.7	แสดงคุณสมบัติดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %กับผิวคอนกรีต	43
4.8	แสดงคุณสมบัติดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %กับผิวคอนกรีต	43
4.9	แสดงคุณสมบัติดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %กับผิวคอนกรีต	44
4.10	แสดงการคำนวณค่ารับน้ำหนักของเสาเข็มโดยใช้แรงเสียดทาน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
2.1	การเปรียบเทียบลักษณะของ General Shear Failure และ Local Shear Failure	5
2.2	แรงเฉือนของดิน	6
2.3	กราฟความเค้นเฉือนและความเครียด	6
2.4	กราฟแสดงลักษณะเฉพาะของดิน	7
2.5	ความดันน้ำในช่องว่างและความเค้นประสิทธิผล	8
2.6	ลักษณะเฉพาะของกำลังดินเหนียว	9
2.7	ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Adhesion Factor กับ Undrained Shear Strength,c	11
2.8	รายละเอียดของเทอมต่างๆ	12
2.9	ผลการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง	14
2.10	หลักการทดสอบแบบวงแหวน	15
2.11	แสดงลักษณะการทดสอบแบบควบคุมความเค้น	16
2.12	ผลการทดสอบแบบเร็ว	17
2.13	ผลการทดสอบแบบอัดตัวอย่าง-เฉือนแบบเร็ว	18
2.14	ผลการทดสอบแบบอัดตัวอย่าง-เฉือนแบบช้า	19
2.15	การแสดงผลการทดสอบแบบโดยตรง	21
2.16	ผลการทดสอบตัวอย่างทรายแน่นและตัวอย่างทรายหลวม	22
2.17	ผลการทดสอบตัวอย่างดินเหนียว	23
2.18	แผนภูมิแรงกระทำ การทดสอบแรงเฉือนแบบตรง	25
	รูปประกอบ	
1	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	50
2	แสดงผิวคอนกรีตที่หล่อลงในฐานรับแรงเฉือน	51
3	แสดงการเตรียมตัวอย่างดินเหนียว	52
4	แสดงดินเหนียวอบแห้งและบดอัด	53
5	แสดงการบรรจุตัวอย่างลงในกล่องรับแรงเฉือน	54
6	แสดงการเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการอบ	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในการออกแบบฐานรากอาคาร สิ่งที่สำคัญก็คือความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในการวิเคราะห์สภาพของดินและใช้ในการคำนวณออกแบบฐานราก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลดินและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักของฐานรากที่เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง จะช่วยให้เกิดการประหยัดและมีความปลอดภัย

การก่อสร้างในบริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งดินมีสภาพเป็นชั้นดินตะกอนที่เกิดจากการที่น้ำพัดพาดินมาทับถมตรงบริเวณปากน้ำจนกระทั่งนานๆเข้าเกิดเป็นผืนดินที่มีชั้นดินตะกอนจำพวกดินเหนียวเป็นชั้นหนา ซึ่งดินประเภทนี้จะมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุกค่อนข้างน้อย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเสาเข็มมาช่วยรับหรือถ่ายน้ำหนักของอาคารหรือโครงสร้างลงสู่ชั้นดินเบื้องล่าง

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการนำเอาระบบเสาเข็มมาช่วยรับน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างนับเป็นการแก้ปัญหาการทรุดตัวของสิ่งก่อสร้างอันเนื่องจากการทรุดตัวของดินเป็นอย่างดี ในข้อจำกัดบางประการเช่น สถานที่ที่ทำการก่อสร้าง สภาพการทำงาน หรือน้ำหนักโครงสร้างที่ไม่มากนัก การเอาเสาเข็มขนาดเล็กมาใช้จะเหมาะสมกว่าการใช้เสาเข็มขนาดใหญ่

ยังเป็นข้อโต้แย้งกันอยู่เป็นอย่างมากว่า การตอกเสาเข็มขนาดเล็กโดยมีการเจาะนำนั้น ซึ่งไม่ว่าจะเป็นเหตุผลทางการก่อสร้างหรือเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ความลึกของการเจาะนำนั้นจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็มมากน้อยอย่างไร

ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมและประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็มขนาดเล็ก เมื่อมีการเจาะนำจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็มอย่างไร เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการปฏิบัติงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

การศึกษาเรื่อง " การศึกษาความสามารถในการรับแรงของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีการเจาะนำ " ผู้ศึกษาได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 2 วัตถุประสงค์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เพื่อศึกษาถึงค่าตัวคูณปลอดภัย (SAFETY FACTOR) ของเสาเข็มที่มีการเจาะนำที่หาได้จากการหาอัตราส่วนระหว่างค่าที่ทดลองในสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการตามทฤษฎี
2) เพื่อหาชนิดของดินที่นำมาเติมในหลุมนำของเสาเข็มตอก แล้วทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการทดลองในสนามมีค่าลดลงน้อยที่สุด

1.3 ทฤษฎีและแนวความคิดที่ใช้ทำโครงงานพิเศษ

ในงานก่อสร้างอาคารที่ใช้เสาเข็มในการรับหรือถ่ายน้ำหนักโดยเฉพาะในกรณีเสาเข็มขนาดเล็กที่อาศัยแรงต้านที่เกิดจากแรงเสียดทานของมวลดินที่บริเวณผิวเสาเข็มโดยรอบ(Skin Friction Resistance)นั้นคุณสมบัติของดินนั้นมีผลอย่างยิ่ง และเนื่องด้วยความสะดวกหรือเหตุผลใดก็ตามในการที่ตอกเสาเข็มที่มักจะมีการเจาะนำอันจะมีผลต่อค่าความต้านทานที่เกิดจากแรงเสียดทาน ซึ่งเราสามารถตรวจสอบแนวคิดนี้ได้จากการทดลอง Direct Shear เพื่อจะเป็นการเปรียบเทียบแรงเสียดทานที่ผิวของเสาเข็มกับดินแต่ละชนิดที่เติมลงไปในหลุม ซึ่งทางผู้ทำการศึกษาได้นำแนวความคิดมาประยุกต์ใช้กับการทดลองชุด Direct Shear เพื่อที่จะสามารถพิสูจน์สมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ และอาจใช้เป็นแนวทางในการคาดคะเนหรือเป็นแนวทางในการเลือกปฏิบัติงานต่อไป

1.4 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

การศึกษาเรื่อง " การศึกษาความสามารถในการรับแรงของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีการเจาะนำ " ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับน้ำหนักเสาเข็มขนาดเล็กเมื่อมีการเจาะนำ โดยได้ทำการทดลองใช้ดินชนิดต่างๆ ว่าหากมีดินชนิดดังกล่าวอยู่ในหลุมเจาะแล้วจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็มขนาดเล็กในชั้นดินอ่อนของกรุงเทพมหานครอย่างไร ซึ่งขอบเขตของโครงงานพิเศษมีดังนี้

1. ดินเหนียวที่ใช้เป็นดินเหนียวขุดบริเวณเขตลาดกระบังที่ความลึก 1-2 เมตร เป็นดินที่ไม่ถูกรบกวน
2. ทรายที่ใช้เป็นทรายที่เก็บจากบริเวณเขตลาดกระบัง
3. ใช้วิธีการหาแรงเฉือนโดยตรง (Direct Shear Test)น้ำหนักที่ใช้กดทับตัวอย่างมี 3 ค่า คือ 3.015 kg., 5.905 kg., 8.909 kg. ทดลอง 3 ชุดๆละ 3 ตัวอย่าง สำหรับดินแต่ละชนิด
4. ขนาดของเข็มที่ใช้ในการคำนวณ ใช้เข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.12 x 0.12 ม. ยาว 4.00 ม.
5. การศึกษานี้เพื่อเป็นการหาค่าความเหนียวแน่น (C) ,มุมเสียดทานภายใน (ϕ) ของดินเหนียว ,ทรายแห้ง ,ทรายเปียก ,ผิวของซีเมนต์กับดินเหนียว , ผิวของซีเมนต์กับทรายแห้ง , ผิวของซีเมนต์กับทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปียก , ผิวของซีเมนต์กับดินเหนียว75 %ปนทราย 25 % , ผิวของซีเมนต์กับดินเหนียว50 %ปนทราย 50 % ,ผิวของซีเมนต์กับดินเหนียว25 %ปนทราย 75 %

6. ข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลการทดสอบแบบ Standard Load Test ของผู้ที่เคยทำไว้ก่อนหน้านี้

1.5 วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ

วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ แบ่งออกเป็น

1.5.1 ตั้งสมมติฐานในหัวข้อ ชนิดและคุณสมบัติของดินที่ใส่ลงในหลุมเจาะนำจะส่งต่อกำลังการรับน้ำหนักของเสาเข็ม และต้องการหาว่าดินชนิดใดเมื่อใส่ลงในหลุมเจาะแล้วจะทำให้กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มมีค่าลดลงน้อยที่สุด

1.5.2 ทำการทดสอบและวิเคราะห์ เพื่อหาสภาพและคุณสมบัติของดินและทราย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นและใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ เพื่อใช้เปรียบเทียบในการคาดคะเนพฤติกรรมการรับกำลังของเสาเข็มขนาดเล็กที่มีหลุมเจาะนำ

1.5.3 ดินเหนียวและทรายที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นดินในบริเวณสถาบัน โดยดินเหนียวได้จากการขุดโดยวิธี Wash Boring ที่ความลึก 1 – 2 เมตรซึ่งตัวอย่างดินและทรายทั้งหมด ประกอบด้วย

(a) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนของดินเหนียวที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ 3 ตัวอย่าง

(b) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนของทรายแห้งที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ 3 ตัวอย่าง

(c) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนของทรายเปียกที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ 3 ตัวอย่าง

(d) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างดินเหนียวกับคอนกรีตที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆละ3 ตัวอย่าง

(e) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างทรายแห้งกับคอนกรีตที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆละ3 ตัวอย่าง

(f) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างทรายเปียกกับคอนกรีตที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ 3 ตัวอย่าง

(g) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างดินเหนียวปนทราย (สัดส่วน 3 : 1) ที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ3 ตัวอย่าง

(h) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างดินเหนียวปนทราย (สัดส่วน 1 : 1) ที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ3 ตัวอย่าง

(i) ชุดตัวอย่างหาแรงเฉือนระหว่างดินเหนียวปนทราย (สัดส่วน 1 : 3) ที่มีน้ำหนักกด 3 ขนาดๆ ละ3 ตัวอย่าง

รวมทั้งสิ้นจำนวน 81 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 ทำการทดสอบหา กำลังแรงเฉือนของดินโดยวิธี Direct Shear เพื่อหาค่าแรงเฉือนระหว่างผิวของตัวอย่างแต่ละชุดและหาค่าแรงเฉือนสูงสุดก่อนที่จะเกิดการพังทลาย (Shear Failure) เพื่อนำผลการทดลองไปวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ของสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่าง

1.5.5 จากผลการทดลองคุณสมบัติของดิน และพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มขนาดเล็กในหลุมเจาะ โดยใช้ตัวอย่างที่กล่าวไว้ข้างต้น แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และวิจารณ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประกอบการตัดสินใจในการปฏิบัติงานในโอกาสต่อไป

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้ศึกษาหวังว่าการศึกษาในครั้งนี้ หากบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ จะได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้ทราบถึงค่าตัวคูณปลอดภัยของเสาเข็มกับดินที่รับเสาเข็มว่าเป็นเท่าไร ซึ่งในอนาคตสามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ประโยชน์โดยการที่ไม่ต้องทำการทดสอบแบบ Pile Load Test ก็สามารถหาค่ากำลังที่เสาเข็มสามารถรับได้ด้วยวิธีการรับแรงเฉือนโดยตรง(Direct Shear)
2. ทำให้ทราบว่า ดินแต่ละชนิดที่เติมลงในหลุมเจาะนำจะมีผลอย่างไรต่อประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม และดินชนิดใดที่เมื่อใช้เติมลงในหลุมเจาะนำแล้วจึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุด
3. หากมีการพังทลายเกิดขึ้นสามารถที่จะคาดคะเนได้ว่าจะเกิดที่ตำแหน่งใด
4. เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและข้อมูลในการตัดสินใจดำเนินการในสภาพการทำงานจริง
5. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาในโอกาสต่อไป

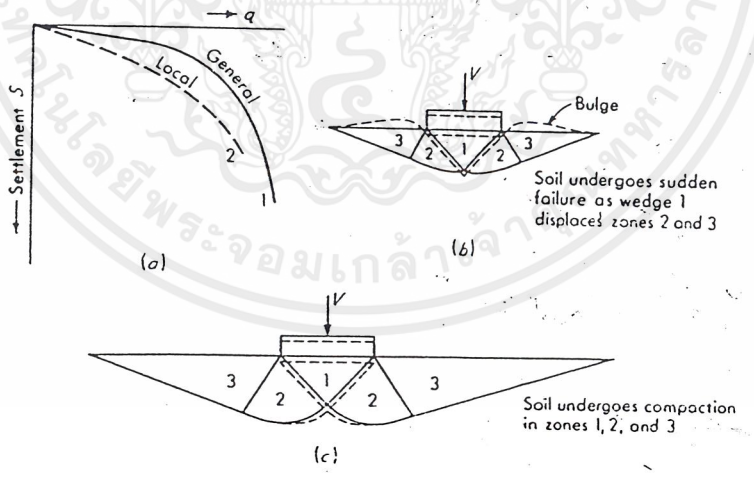
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีแนวความคิด

ในการก่อสร้างทางวิศวกรรมโยธา คุณสมบัติของดินเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งเพราะดินเป็นส่วนรองรับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างต่างๆรวมถึงแรงกระทำภายนอกอื่นๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องทราบถึงพฤติกรรมการรับน้ำหนัก คุณสมบัติและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับดิน รวมทั้งโครงสร้างที่อยู่ภายในและอยู่บนดิน

จากปัญหาด้านเสถียรภาพของดินและจากทฤษฎี Plasticity ดินจะถูกสมมติให้เป็น Idealized Rigid Plastic Materials เสมอและส่วนใหญ่จะเป็น Over Consolidated Clay , Firm Insensitive Clay and Dense Sand หากเกิดการเคลื่อนตัวของดินแม้แต่เพียงเล็กน้อยก็เพียงพอที่จะทำให้เกิด Shear Failure ใน Plastic Zone (Soil Bulges Out) ซึ่งเรียกว่า "General Shear Failure" ส่วนถ้าหากดินมีลักษณะอ่อนหรือหลวมหรือเป็น Compressible Soil เช่น Soft Clay , Normally Consolidated Clay หรือ Loose sandจะเกิดการทรุดตัวของดินอย่างมากก่อนการพิบัติหรือพังทลายนี้เรียกว่า"Local shear failure" ดูรูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของ General Shear Failure และ Local Shear Failure



รูปที่ 2.1 การเปรียบเทียบลักษณะของ General Shear Failure และ Local Shear Failure

(a) กราฟการทรุดตัว

(b) การเคลื่อนที่ของดินใน General Shear Failure

(c) การเคลื่อนที่ของดินใน Local Shear Failure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปัญหาในงานปฐพีกลศาสตร์

ค่ากำลังของดินเป็นค่าคงตัวที่สำคัญมากในการคำนวณเสถียรภาพ (Stability)และค่าน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) ของดิน

กำลังของดิน แบ่งพิจารณาเป็น 3 ส่วน ดังนี้

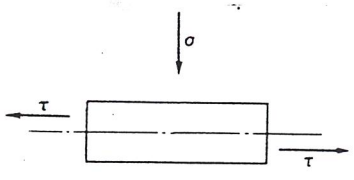
- ค่าแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน
- ค่าความเชื่อมแน่น (Cohesion) ระหว่างเม็ดดิน
- การจับยึด (Interlocking) ของเม็ดดินเพื่อต้านการเปลี่ยนรูป (Deformation) ของดิน

กำลังของดิน จะขึ้นอยู่กับ

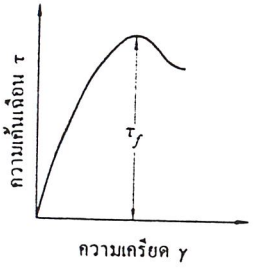
- การเปลี่ยนแปลงความชื้น (Moisture Content)
- ความดันน้ำ (Pore Water Pressure)
- การที่โครงสร้างถูกรบกวน (Disturbance)
- ระดับน้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลง
- การเคลื่อนตัว (Movement) ของน้ำใต้ดิน
- ประวัติการกดทับในอดีต (Stress History)

2. แรงเฉือนของดิน

แรงเฉือนของดินเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่ต้องทราบ เพื่อจะใช้คำนวณความสามารถในการรับแรงต้านทานของดินหรือคำนวณแรงดันของดินบนกำแพงกันดิน เมื่อนำแรงเฉือน τ มาประยุกต์ใช้บนผิวซึ่งมีความเค้นตั้งฉาก σ มากระทำอยู่ดังรูปที่ 2.2 แรงเฉือนจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 2.3 จากนั้นนำค่าสูงสุดที่ได้โดยวิธีนี้ไปเขียนกราฟหาค่าความสัมพันธ์กับความเค้นตั้งฉากได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

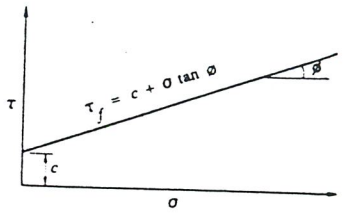


รูปที่ 2.2 แรงเฉือนของดิน



รูปที่ 2.3 ความเค้นเฉือนและความเครียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะเฉพาะของกำลังดิน

เส้นตรงในรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่า กำลังของดินมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$T_f = c + \sigma \tan\phi \quad \text{.....(1)}$$

C คือ ค่าความเชื่อมแน่นที่ปรากฏของดิน

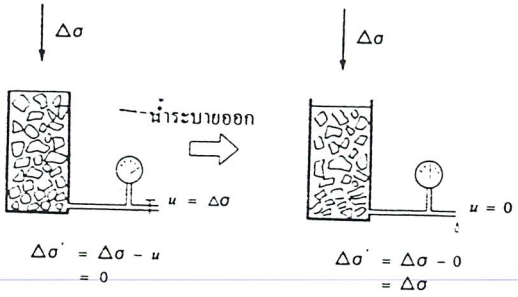
ϕ คือ ค่าคงตัวของกำลังเรียกว่า "มุมต้านแรงเฉือน"

แรงเฉือนสามารถแยกออกมาได้เป็น ส่วนที่ขึ้นอยู่กับแรงต้านทานระหว่างอนุภาคของดินกับส่วนที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อมแน่นที่ผิวของอนุภาคของดิน ดังนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ของกำลังแล้วก็อาจจะแยกดินได้เป็นดินที่มีความเชื่อมแน่นและดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่น ได้แก่ ทราย ซึ่งในสมการที่ (1) มีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนดินที่มีความเชื่อมแน่น คือดินเหนียวชนิดต่างๆ ความเชื่อมแน่นของดินเหนียวนั้น เชื่อกันว่าเกิดจากการโน้มถ่วงทางไฟฟ้า และสมบัติของน้ำที่ดูดกลืนที่ผิวนอกของอนุภาคของดิน สำหรับดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นบางครั้งก็เกิดความเชื่อมแน่นระหว่างอนุภาคได้เหมือนกัน โดยเกิดจากการตึงผิวของน้ำในช่องว่างภายในอนุภาค ซึ่งมักจะเกิดเมื่อดินนั้นยังไม่อิ่มตัว ตามที่กล่าวมาแล้วชนิดของดินจะแปรตามชนิดของดินและสภาพของดิน

นอกจากนี้เมื่อจะพิจารณาถึงแรงเฉือนของดินเหนียวอิ่มตัวจำเป็นจะต้องเข้าใจโดยละเอียดในพฤติกรรมของแรงดันน้ำที่อยู่ภายในช่องว่างของเม็ดดิน ถ้ามีแรงภายนอกมากระทำบนดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่อยู่เต็มในช่องว่างของดินจะรับองค์ประกอบของความเค้นตั้งฉาก $\Delta\sigma$ เสมือนมีความดันของน้ำอยู่ชั่วขณะหนึ่ง เมื่อน้ำในช่องว่างได้ระบายออกไปแรงก็จะกลายเป็นความดันระหว่างอนุภาคซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าความดันที่เกิดจากน้ำในช่องว่างของอนุภาค มีชื่อเรียกว่า "ความดันน้ำในช่องว่าง" และความดันที่กระทำระหว่างอนุภาคเรียกว่า "ความเค้นประสิทธิผล" โดยเมื่อนำแรงดันน้ำในช่องว่างรวมกับความเค้นประสิทธิผล ก็จะได้ "ความเค้นรวม"

ความเค้นรวม = แรงดันน้ำในช่องว่าง + ความเค้นประสิทธิผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ความดันน้ำในช่องว่างและความเค้นประสิทธิผล

ในดินเหนียวน้ำซึมผ่านได้น้อย จึงยากที่จะทำให้น้ำในช่องว่างของดินไหลออกมาและต้องใช้เวลานานที่จะทำให้แรงกระทำจากภายนอกเท่ากับความเค้นประสิทธิผล ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการถมดินสร้างถนนหรือเขื่อน ดินที่ถมจะเพิ่มความเค้นรวมบนชั้นดินเหนียวแต่หลังจากถมเสร็จใหม่ๆ ก็เพียงแต่ช่วยเพิ่มความดันน้ำในช่องว่างเท่านั้น และจะยังไม่เพิ่มกำลังเฉือนจนกว่าความเค้นประสิทธิผลในดินจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความดันน้ำในช่องว่างจะลดลง

กล่าวอีกนัยหนึ่งคือก่อนที่ σ ในสมการ (1) จะเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำหนักของดินถม คือ $\sigma + \Delta\sigma$ ที่จุดใต้ดินถมจะไม่มีแรงเฉือนจริงๆ เกิดขึ้นเลย

$$T_f = c' + \sigma' \tan\phi' \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ $\sigma' = \sigma - u$

u = ความดันน้ำในช่องว่าง

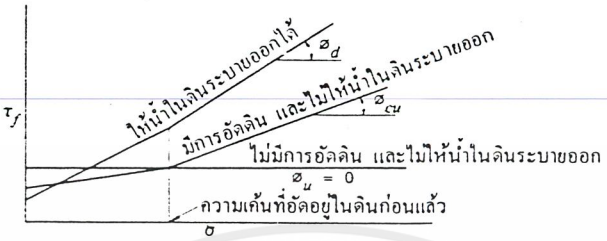
ในสมการที่ (2) c'และ ϕ' เป็นค่าความเชื่อมแน่นและมุมต้านแรงเฉือน โดยอาศัยหลักความเค้นประสิทธิผล ส่วน c และ ϕในสมการที่ (1.1) จะถือว่าเป็นความเชื่อมแน่นและมุมต้านทานที่อาศัยหลักความเค้นรวม ซึ่ง ϕ จะเป็นศูนย์ในดินเหนียว

การทดสอบเพื่อหาค่าแรงเฉือนของดินอาจจะทำได้หลายวิธี คือ ทดสอบด้วยแรงเฉือนโดยวิธีตรง (Direct Shear Test) ทดสอบแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด และการทดสอบแรงอัดสามแกน ในการหาค่า c'และ ϕ'จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบโดยวิธีแรงอัดสามแกน ชนิดไม่ให้น้ำในดินระบายออกในขณะอัดตัว ซึ่งจะสามารถหาค่าความดันของน้ำในช่องว่างของดินได้

ส่วนแรงอัดของดินแบบไม่ถูกจำกัด สามารถเทียบได้กับแรงที่ได้จากการทดสอบชนิดที่ไม่มีการอัดให้ดินแน่นตัวก่อนและไม่ยอมให้น้ำในดินระบายออก

ลักษณะพิเศษของกำลังของดินที่แสดงในรูปที่ 2.4 ขึ้นอยู่กับสภาวะการทดสอบและระยะเวลาที่ยอมให้น้ำระบายออกดังแสดงในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ลักษณะเฉพาะของกำลังดินเหนียว

ในการถมดินบนดินเหนียวอิ่มตัวในระยะที่ถมเสร็จใหม่ๆนั้นจะไม่ได้ช่วยเพิ่มกำลังในดินขึ้นเลย ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว แต่เมื่อทิ้งระยะไว้ช่วงหนึ่งจนดินเริ่มมีการยุบตัวเนื่องจากน้ำหนักของดินถมจะทำให้แรงเฉือนในดินเพิ่มขึ้นในทำนองเดียวกัน การตรวจสอบเสถียรภาพของดินถมในระยะแรกสมควรจะวิเคราะห์หาความเค้นรวมในดิน โดยใช้ค่าแรงเฉือนในดินที่ได้จากการทดสอบไม่มีการอัดดินและไม่ให้มีน้ำระบายออกหรือการทดสอบแบบไม่ถูกจำกัด นอกเหนือจากนี้ในกรณีที่มีการสำรวจเสถียรภาพระยะยาว สมควรพิจารณาแรงเฉือนของดินที่เพิ่มขึ้น โดยการทดสอบแบบความเค้นประสิทธิผล

สำหรับดินเหนียวที่ไม่อิ่มตัว ถึงแม้ความเค้นประสิทธิผลเพิ่มขึ้นพร้อมกับความเค้นรวมทั้งที่อยู่ในสภาพที่น้ำยังไม่ระบายออก จนกว่ามีแรงอัดมาดันน้ำเข้าไปแทนที่ฟองอากาศจนเต็มช่องว่างของดินแล้วก็ตาม กำลังดินตามหลักความเค้นรวมก็ยังเพิ่มขึ้นตามการแสดงในรูปที่ 2.6

ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับแรงเฉือนของดินโดยเฉพาะดินเหนียว จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ค่าแรงเฉือนที่เหมะสมกับสภาพดินหรือสภาพของความเค้นด้วย

ในระยะเริ่มแรกของการคำนวณออกแบบ มีบ่อยครั้งที่ต้องการทราบค่าแรงเฉือนจากสมการ(1) และ (2)โดยประมาณ ทั้งที่ยังไม่มีการทดสอบดินเพื่อหาค่าแรงเฉือน ปัญหานี้จะแก้ไขได้โดยประมาณค่าแรงเฉือนของผลการทดสอบการหยั่ง

3. ฐานรากเสาเข็ม

ในสภาพดินระดับตื้นเป็นดินเหนียวอ่อนและชั้นดินระดับลึกเป็นดินเหนียวแข็งหรือทราย อาทิเช่น พื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีลักษณะของชั้นดินตั้งแต่พื้นผิวดินจนถึงระยะความลึก 12 เมตร เป็นชั้นดินอ่อน ต่อจากนั้นความแน่นของมวลดินจะเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงความลึก 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตรเป็นชั้นดินแข็ง ส่วนชั้นดินทรายมักพบที่ระยะความลึก ตั้งแต่ 22 เมตรลงไป เป็นต้น พฤติกรรมของชั้นดินทางธรณีวิทยาดังกล่าว ทำให้ต้องจัดวางน้ำหนักของอาคารโดยใช้ฐานรากประเภทเสาเข็ม เพื่อให้ฐานรากที่มีสมรรถนะต่อการถ่ายน้ำหนักที่ได้ลงสู่ชั้นดินระดับลึกที่มีความแข็งแรงมากกว่า นอกจากนั้นฐานรากเสาเข็มสามารถช่วยลดการทรุดตัวให้น้อยลงเพื่อมิให้สิ่งก่อสร้างเกิดการเสียหาย เสาเข็มภายใต้น้ำหนักบรรทุกจะเกิดการเคลื่อนที่ มีแรงต้านการเคลื่อนที่ของเสาเข็มส่วนหนึ่งจะเกิดแรงเสียดทานของมวลดินบริเวณผิวเสาเข็มโดยรอบ (Skin Friction Resistance) อีกส่วนหนึ่งจะเกิดแรงต้านของดินที่ปลายเข็ม (Bearing Resistance) อนึ่งแรงเสียดทานที่ผิวเข็มและแรงต้านที่ปลายเข็มจะมีปริมาณความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพของชั้นดิน เสาเข็มที่ลอยอยู่ในชั้นดินอ่อน การถ่ายน้ำหนักของเสาเข็มลงในชั้นดินจะถ่ายผ่านผิวเข็มซึ่งเสาเข็มชนิดนี้เรียกว่า "Friction Pile" การที่เสาเข็มจะรับน้ำหนักสูงขึ้นก็ต่อเมื่อขนาดและความยาวของเสาเข็มเพิ่มขึ้น โดยปลายเสาเข็มได้ทะลุทะลวงผ่านชั้นดินอ่อนเข้าสู่ชั้นที่แน่นหรือแข็งกว่า โดยที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกที่ผิวเข็มในชั้นดินที่แข็งกว่ามีปริมาณสูงขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งมวลดินในชั้นดินที่แข็งกว่าโดยรอบผิวเข็มจะมีแรงเสียดทานที่ผิวเข็มสูงกว่าแรงเสียดทานในชั้นดินอ่อน กอปรกับแรงต้านทานที่ปลายเข็ม (Bearing Resistance) เสาเข็มที่หยั่งถึงชั้นดินแข็งหรือชั้นทราย การถ่ายน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มส่วนมากจะเกิดที่ปลายเข็ม ซึ่งเสาเข็มชนิดนี้เรียกว่า "End Bearing Pile" เป็นเสาเข็มที่มีการทรุดตัวน้อยเมื่อเทียบกับเสาเข็ม Friction Pile

4. การคาดคะเนน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

การหาน้ำหนักบรรทุก โดยวิธีสถิตยศาสตร์

เข็มเสียดทาน (Friction Pile) ในการวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกของกลุ่มเสาเข็มสามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

1. น้ำหนักบรรทุกของกลุ่มเสาเข็มด้วยการพิจารณาแรงเสียดทานที่ผิวของเสาเข็มแต่ละต้นนำมารวมกัน

$$Q_u = n.A_p.C_a \quad \text{.....(8)}$$

ในที่นี้

Q_u = น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของกลุ่มเสาเข็ม

n = จำนวนเสาเข็มในกลุ่ม

A_p = พื้นที่ผิวเข็มของส่วนที่ฝังอยู่ในดินจำนวน 1 ต้น

$C_a = \alpha.C$ = หน่วยแรงยึดเกาะระหว่างดินกับผิวเข็ม สำหรับเสาเข็มคอนกรีต ค่า $C_a \approx 0.9c$ ส่วนเสาเข็มเหล็ก $C_a \approx 0.8c$

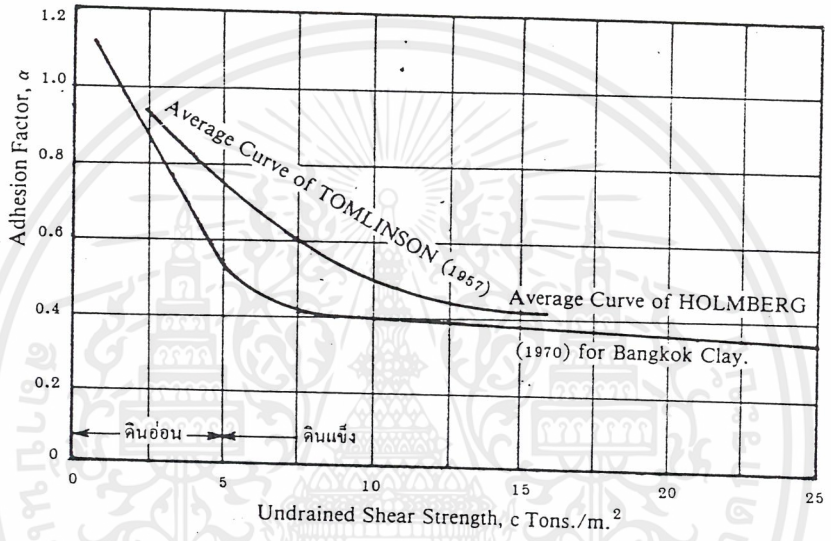
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C = หน่วยแรงเหนี่ยวนำของดิน (Cohesion)

α = ปัจจัยของแรงยึดเกาะ (Adhesion Factor) หาค่าได้จากรูปที่ 2.7

2. น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของกลุ่มเสาเข็ม ด้วยการพิจารณาแรงเสียดทานและแรงต้านทานของปลายเข็มกลุ่ม

$$Q_u = c.L.P + N_c.c.A_g \qquad \text{.....(9)}$$



Adhesion Factors for Clays. $C_a = \alpha \cdot c$

รูปที่ 2.7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Adhesion Factor กับ Undrained Shear Strength, c

ในที่นี้ :-

Q_u = น้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มกลุ่ม

c = หน่วยแรงเหนี่ยวนำของดิน

L = ความยาวของกลุ่มเข็มที่ฝังอยู่ในดิน (รวมความหนาของตอม่อ)

P = เส้นรอบรูปของกลุ่มเข็ม

A_g = พื้นที่หน้าตัดของกลุ่มเข็ม = F x B ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 2.8

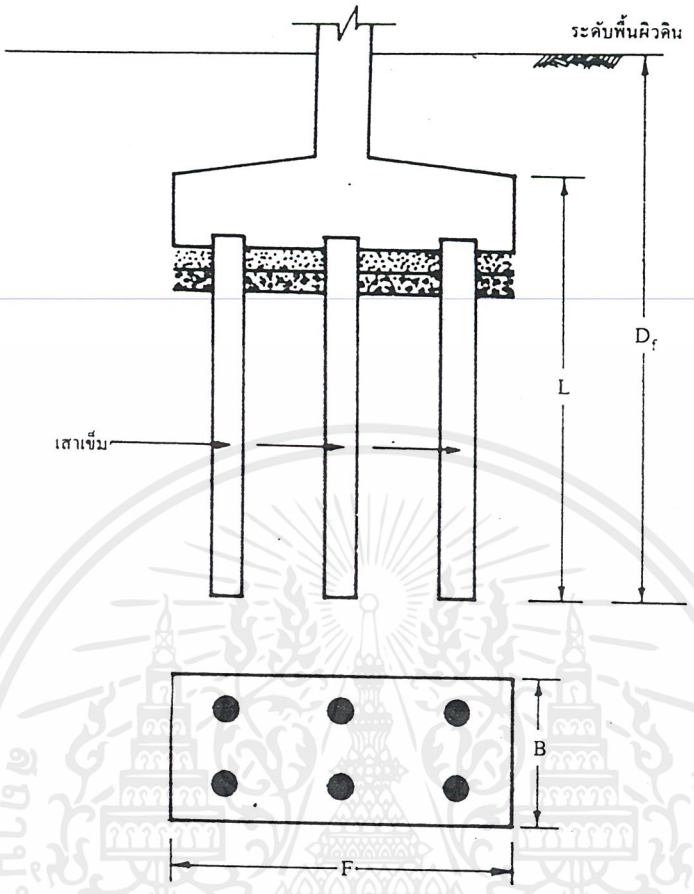
F = ความยาวของพื้นที่หน้าตัด

B = ความกว้างของพื้นที่หน้าตัด

D_f = ความลึกของปลายเข็มจากพื้นผิวดิน

N_c' = สัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักบรรทุกหาค่าได้จากตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รายละเอียดของเทอมต่าง ๆ

ตารางที่ 2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักบรรทุก

$\frac{D_f}{B}$	สัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักบรรทุก,	
	กลุ่มเข็มรูปกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส	กลุ่มเข็มรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
1	7.8	6.4
2	8.4	7
3	8.8	7.3
4	8.9	7.5
5	8.9	7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร

ข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร ได้ให้ข้อกำหนดต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการหากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มดังต่อไปนี้

ในกรณีที่ไม่มีเอกสารแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติของดิน หน่วยแรงฝืดที่ยอมให้

- ดินที่อยู่ในระดับลึกไม่เกิน 7 เมตร ใต้ระดับน้ำทะเลปานกลาง

  หน่วยแรงฝืดของดินที่ยอมให้ = 600 กก. / ตารางเมตร

- ดินที่มีความลึกเกินกว่า 7 เมตร ใต้ระดับน้ำทะเลปานกลาง

  หน่วยแรงฝืดของดินที่ยอมให้ = 800 + 200L กก. / ตารางเมตร

ในกรณีที่มีเอกสารทดสอบคุณสมบัติของดิน หรือมีการทดสอบหากำลังแบกทานของเสาเข็มในบริเวณก่อสร้างหรือข้างเคียง ให้ใช้กำลังแบกทานของเสาเข็มไม่เกินอัตราต่อไปนี้

1. ไม่เกินร้อยละ 40 ของกำลังแบกทานของเสาเข็มที่คำนวณจากการทดสอบสมบัติดิน
2. ไม่เกินร้อยละ 40 ของกำลังแบกทานของเสาเข็มที่คำนวณจากสูตรการตอกเสาเข็ม
3. ไม่เกินร้อยละ 50 ของกำลังแบกทานของเสาเข็มที่ได้จากการทดสอบกำลังแบกทานสูงสุด

6. การทดลองแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear Test)

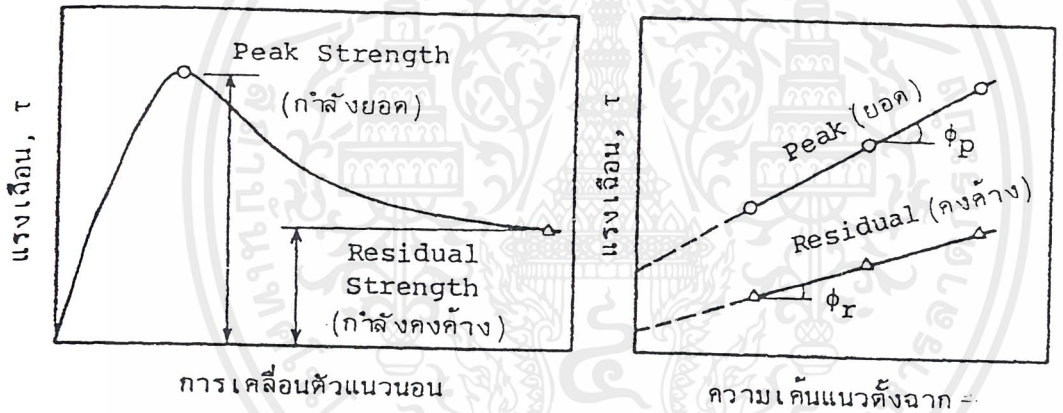
การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง เป็นวิธีทดสอบหาแรงเฉือนของวัสดุทั้งทรายและดินเหนียว รวมทั้งหินผุบางชนิด วิธีการทดสอบเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย สามารถทดสอบตัวอย่างดินได้ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว (63.5 มม) ขนาด 6 ซม x 6 ซม จนถึงขนาด 30 ซม x 30 ซม ที่ออกแบบเครื่องมือเป็นพิเศษ การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง ได้เริ่มนิยมใช้มาตั้งแต่สมัยแรก ๆ ต่อมาเมื่อได้มีการพัฒนาวิธีการทดสอบอื่น ๆ ที่ดีกว่า เช่น การทดสอบแรงอัด 3 แกน (Triaxial Test) การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรงจึงได้มีความสำคัญลดลงไปตามลักษณะของเครื่องและวิธีการทดสอบ ตัวอย่างดิน (ทราย) จะถูกบังคับให้วิบัติในแนวที่กำหนดให้ โดยปกติจะเป็นแนวนอนประมาณครึ่งความสูงตัวอย่าง ซึ่งในความเป็นจริง การวิบัติของดินเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นโดยทั่วไป ยกเว้นในบางกรณี เช่น การวิบัติเลื่อน (Slide) ของดันดินถม ในบางส่วนของแนววิบัติ ภารวิบัติจะมีลักษณะคล้ายการวิบัติของการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 ความเหมาะสมของการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรงยังนิยมปฏิบัติทั่วไป โดยเฉพาะการทดสอบตัวอย่างทราย ที่ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างแบบคงสภาพ (Undisturbed Sample) ได้ สามารถนำตัวอย่างทรายมาเตรียมในกล่องทดสอบ (Shear Box) ให้ได้ความหนาแน่นตามต้องการ แล้วจึงทำการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

สำหรับตัวอย่างดินเหนียว สามารถทำการทดสอบได้ทั้งตัวอย่างดินคงสภาพและตัวอย่างดินแปลงสภาพ ทำการทดสอบทำได้ทั้งตัวอย่างดินคงสภาพและตัวอย่างดินแปลงสภาพ การทำการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรงในดินเหนียว มีข้อดีพิเศษที่สามารถทดสอบหาค่ากำลังคงค้าง (Residual Strength) ของดินได้โดยง่าย และอีกทั้งยังสามารถทำการทดสอบตัวอย่างดินแบบเฉือนกลับทาง (Reversed Shear) ได้อีกด้วย (ดูรูปที่ 2.9)



ก) กราฟแรงเฉือน-การเคลื่อนตัวแนวนอน ข) เส้นกำลังของคูลอมบ์ (Coulomb Envelopes)

รูปที่ 2.9 ผลการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง ก) แสดงกำลังยอด (Peak Strength) และกำลังคงค้าง (Residual Strength) ข) เส้นกำลังของคูลอมบ์ (Coulomb Envelopes) (Skempton, 1964)

6.2 ลักษณะและวิธีการทดสอบ

ลักษณะการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง ทำการทดสอบได้หลายลักษณะ เช่น ทดสอบด้วยการกระทำแรงเฉือนให้ตัวอย่างดินวิบัติในแนวนอน การกระทำแรงบิด (Torque) ให้ตัวอย่างดินวิบัติในรูปวงแหวน (Ring Shear) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 เป็นต้น วิธีการทดสอบแบบวงแหวน (Ring Shear) ได้ออกแบบการทดสอบในลักษณะที่ตัวอย่างดินจะยังคงมีพื้นที่สัมผัสคงที่ตลอดเวลา เป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดการทดสอบแบบเดิม อย่างไรก็ตามวิธีเดิมก็ยังคงเป็นวิธีที่นิยมทำการทดสอบทั่วไป เพราะกระทำได้ง่าย ผลการทดสอบยังคงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

วิธีการทดสอบหลักมี 2 ชนิด คือ :-

1) แบบควบคุมความเค้น (Stress Control) - เพิ่มการกระทำแรงเฉือนต่อตัวอย่างด้วยอัตราที่ต้องการด้วยการเพิ่มน้ำหนักผ่านระบบรอก ดังแสดงในรูปที่ 2.11 วิธีนี้ปฏิบัติยากโดยเฉพาะการทดสอบที่ต้องเพิ่มอัตราแรงเฉือนครั้งละน้อย ๆ และใช้เวลาการทดสอบนาน จึงไม่เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติ
2) แบบควบคุมความเครียด (Strain Control) - กระทำแรงเฉือนต่อตัวอย่างในอัตราความเร็วตามกำหนด แรงต้านทานของตัวอย่างดินจะวัดด้วยวงแหวนวัดแรง จนกระทั่งตัวอย่างดินวิบัติ วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไป อัตราการกระทำแรงเฉือนควบคุมด้วยระบบเฟืองเกียร์จากแม่แรงแบบมือหมุนหรือขุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรืออาจจะเป็นแบบปรับอัตราความเร็วด้วยการปรับแรงดันไฟฟ้า

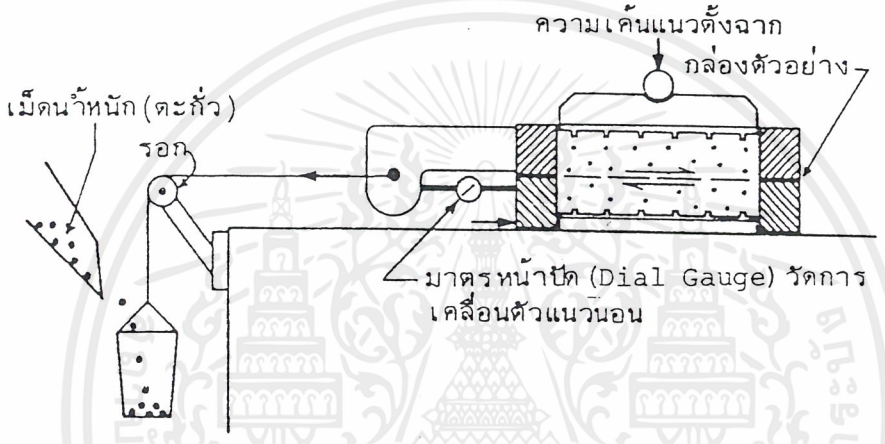
รูปที่ 2.10 หลักการทดสอบแบบวงแหวน (Ring Shear) (Bishop et al., 1971)

6.3 ชนิดของการทดสอบ

การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรงก็เหมือนการทดสอบแรงเฉือนชนิดอื่น ที่อัตราความเร็วกระทำแรงเฉือน (Shear Rate) และระยะเวลาที่ปล่อยให้ตัวอย่างดินทรุดตัว (Consolidate) ระหว่างกดน้ำหนักก่อนการกระทำแรงเฉือนมีผลต่อการทดสอบ ตามชนิดของดินที่ทดสอบ และค่าคงตัวแรงเฉือนของดิน (ϕ, c หรือ ϕ', c') ที่ได้ ตามหลักการแล้วดินเหนียวจะได้รับผลกระทบจากระยะเวลาที่ปล่อยให้ดินทรุดตัวเพียงพอว่าหรือไม่ก่อนที่จะมีการกระทำแรงเฉือน และอัตราความเร็วการกระทำแรงเฉือนมีผลทำให้เกิดความดันน้ำ (Excess Pore Water Pressure) ในตัวอย่าง ทำให้มีผลต่อค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ϕ และ c การคิดค่าคงตัวประสิทธิผล (Effective) เมื่อไม่มีความดันน้ำในตัวอย่าง หรือหักค่าความดันน้ำออกแล้วจะได้ค่า ϕ' และ c' (ประสิทธิผล) ส่วนทราย การทดสอบจะมีผลน้อยมากต่อระยะเวลาที่ปล่อยให้ดินทรุดตัว และอัตราความเร็วกระทำแรงเฉือน เนื่องจากทรายมีสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Coefficient of Permeability) สูง การทรุดตัวระหว่างกดน้ำหนักจะเกิดขึ้นในทันทีและจะเสร็จสิ้นลงภายในระยะเวลาอันสั้น และในระหว่างการกระทำแรงเฉือน ความดันน้ำที่เกิดขึ้นจะระบายออก (Drain) ได้เร็ว จึงมีค่าต่ำหรือเป็นศูนย์ ค่าคงตัวที่ได้จึงอาจจะนับได้ว่าเป็นค่าประสิทธิผล(Effective) ϕ', c'



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการทดสอบแบบควบคุมความเค้น (Head, 1982)

การทดสอบ ควรเลือกชนิดการทดสอบตามสภาพที่จะเกิดขึ้นจริง ๆ ในสนาม จะได้ค่าคงตัวที่ถูกต้องสำหรับการออกแบบ

<u>ชนิดของการทดสอบ</u> สามารถจัดเป็นประเภทหลัก ๆ ได้คือ :-

1) การทดสอบแบบเร็ว (Quick Test)

เมื่อเพิ่มน้ำหนักแนวตั้งฉาก (Normal Load) แล้วทำการทดสอบทันที (ไม่ปล่อยให้ดินอัดตัว) มีผลเฉพาะตัวอย่างดินเหนียว – ค่าการทดสอบที่ได้ $\phi = 0, c = S_U$ สำหรับดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Clay) (ดูรูปที่ 2.12) เทียบได้กับการทดสอบไม่อัดตัวอย่าง ไม่ระบายน้ำ (Unconsolidated – Undrained Test)

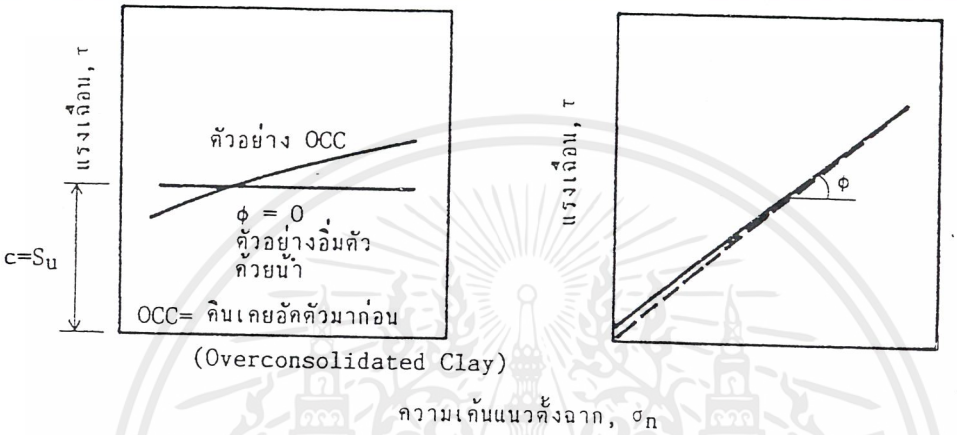
- ในการเตรียมตัวอย่างการทดสอบไม่ต้องใช้แผ่นหินพรุน (Porous Stone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- การกระทำแรงเฉือนตัวอย่าง สามารถใช้อัตราความเร็วได้พอสมควร (0.004 นิ้ว (1 มม)ถึง 0.10 นิ้ว (2.5 มม) ต่อนาที) – ภายในตัวอย่างดินจะมีความดันน้ำเกิน (Excess Pore Pressure) เกิดขึ้น

ตัวอย่างดินจะมีความดันน้ำเกิน (Excess Pore Pressure) เกิดขึ้น



ก) ตัวอย่างดินเหนียว ข) ตัวอย่างทราย

รูปที่ 2.12 ผลการทดสอบแบบเร็ว (Quick Test)

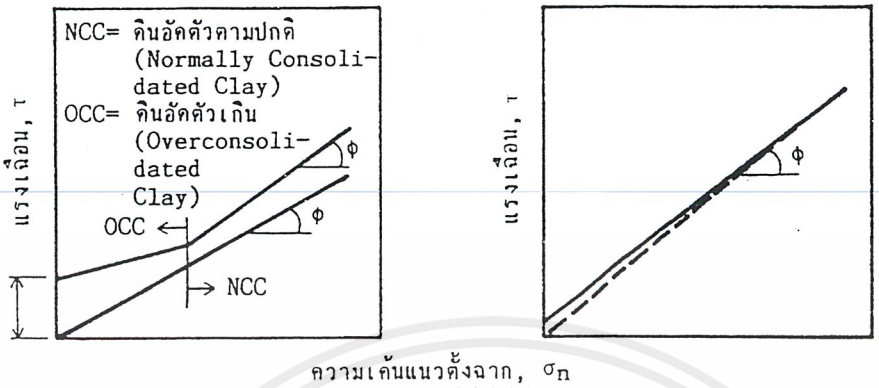
2) *การทดสอบแบบปล่อยให้อัดตัว – เฉือนแบบเร็ว (Consolidated – Quick Test)*

เมื่อเพิ่มน้ำหนักกดแนวตั้งฉากแล้ว ทิ้งไว้ให้ความดันน้ำคายตัวออกจนหมด (หยุดทรุดตัว) โดยผ่านแผ่นหินพรุน (Porous Stone) และในแผ่นเหล็กเซาะร่องเจาะรู แล้วจึงกระทำแรงเฉือนตัวอย่าง (ด้วยอัตราความเร็วได้พอสมควร) จะมีความดันน้ำเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ

การทดสอบนี้เทียบได้กับระหว่างการทดสอบอัดตัวอย่างเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Consolidated-Undrained) และอัดตัวอย่างเฉือนแบบระบายน้ำ (Consolidated-Drained) ไม่เป็นการอัดตัวอย่างเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Consolidated-Undrained) เลยทีเดียว เนื่องจากไม่สามารถควบคุมให้ตัวอย่างดินผนึกความดันเอาไว้ได้เหมือนการทดสอบแรงอัดสามแกน (Triaxial Test) ที่มีปลอกยางกันแรงดันน้ำเอาไว้ (ดูรูปที่ 2.13)

36770

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ตัวอย่างดินเหนียว ข) ตัวอย่างทราย

รูปที่ 2.13 ผลการทดสอบแบบอัดตัวอย่าง – เฉือนแบบเร็ว (Consolidated-Quick Test)

3) การทดสอบแบบปล่อยให้อัดตัวอย่าง-เฉือนแบบช้า (Consolidated-Slow Test)

หลังเพิ่มน้ำหนักแนวตั้งฉาก และทิ้งไว้ให้ความดันคายตัวออกหมดแล้ว ดินจะทรุดตัวตามน้ำหนักที่กดทับ จึงเริ่มกระทำแรงเฉือนตัวอย่าง อัตราการกระทำแรงเฉือนตัวอย่างต้องใช้อัตราช้ามากพอที่จะไม่เกิดความดันน้ำในระหว่างกระทำแรงเฉือนตัวอย่าง (ตัวอย่างควรจะวิบัติภายในอย่างน้อย 6-7 ชม หรืออัตราการกระทำแรงเฉือน ≅ 0.0003 นิ้ว/นาที) การทดสอบนี้เทียบได้การทดสอบแบบอัดตัวอย่างเฉือนแบบระบายน้ำ (Consolidated-Drained Test) ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 2.14

ค่าการทดสอบที่ได้ (ดินเหนียว) $\phi = \phi' \neq 0$ ทราย $\phi = \phi' \neq 0$

$c = c'$ $c = c' \cong 0$

4) *สำหรับตัวอย่างทราย*

อัตราความเร็วของการทดสอบและช่วงเวลาที่กดน้ำหนักก่อนกระทำแรงเฉือนจะไม่มีผลต่อตัวอย่างทรายมากนัก (ทรายล้วน) เนื่องจากทรายมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านสูง ทันทีเมื่อกดตัวอย่างน้ำก็จะไหลออกได้ทันที การทรุดตัวที่เกิดขึ้นก็จะเกิดขึ้นในทันใดและหยุดลงในระหว่างกระทำแรงเฉือนตัวอย่าง แรงดันน้ำจะไม่เกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นน้อยมาก การทดสอบจะได้ค่า

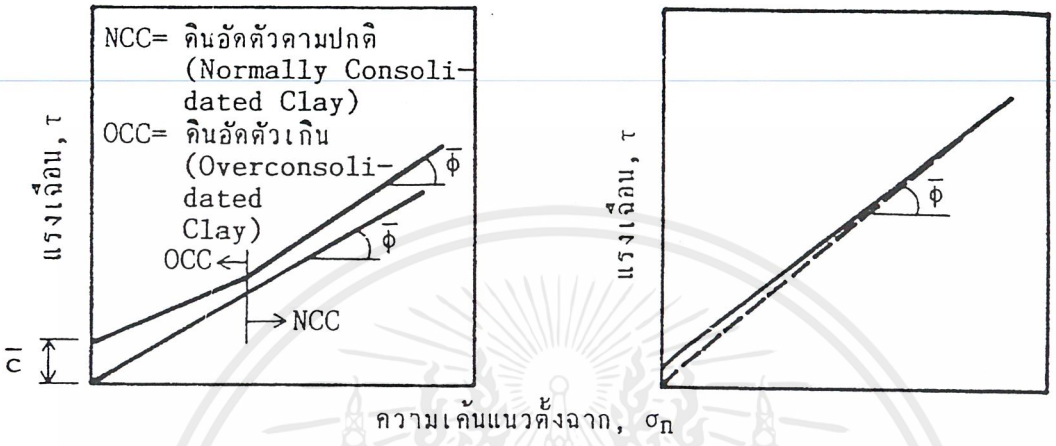
$$\phi = \phi' \neq 0$$

$$c = c' \cong 0$$

(ตามรูปที่ 2.12 รูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตรากระทำแรงเฉือนตัวอย่างทรายควรใช้อัตราประมาณ 0.05 นิ้ว/นาที (อัตราการกระทำแรงเฉือนระหว่าง 0.001 – 0.006 นิ้ว/นาที จะมีผลต่างในค่าแรงเฉือนไม่เกิน 2%)



ก) ตัวอย่างดินเหนียว ข) ตัวอย่างทราย

รูปที่ 2.14 ผลการทดสอบแบบอัดตัวอย่าง-เฉือนแบบช้า (Consolidated-Slow Test)

6.4 ค่าที่วัดและการแสดงผล

การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง จะวัดค่าแรงต้านทานของตัวอย่างต่อแรงเฉือนที่กระทำแล้วคำนวณเป็นค่าแรงเฉือน (Shear Strength) ของดิน โดยปกติจะเขียนจุดค่าแรงเฉือน (แกนตั้ง) ต่อค่าเคลื่อนตัวสัมพัทธ์แนวนอน (Relative Horizontal Displacement) ในแกนนอน การทดสอบยังต้องอ่านค่าทรุดตัว (หรือขยายตัว) ของตัวอย่างระหว่างการกระทำแรงเฉือนด้วย แล้วนำมาเขียนจุดให้ค่าการทรุดตัว (หรือขยายตัว) อยู่ในแกนตั้งต่อค่าเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ในแนวนอน (แกนนอน) ดังแสดงในรูปที่ 2.15 โดยใช้เครื่องหมายตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ค่า ϕ ของตัวอย่างทรายที่ได้จากการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง แสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

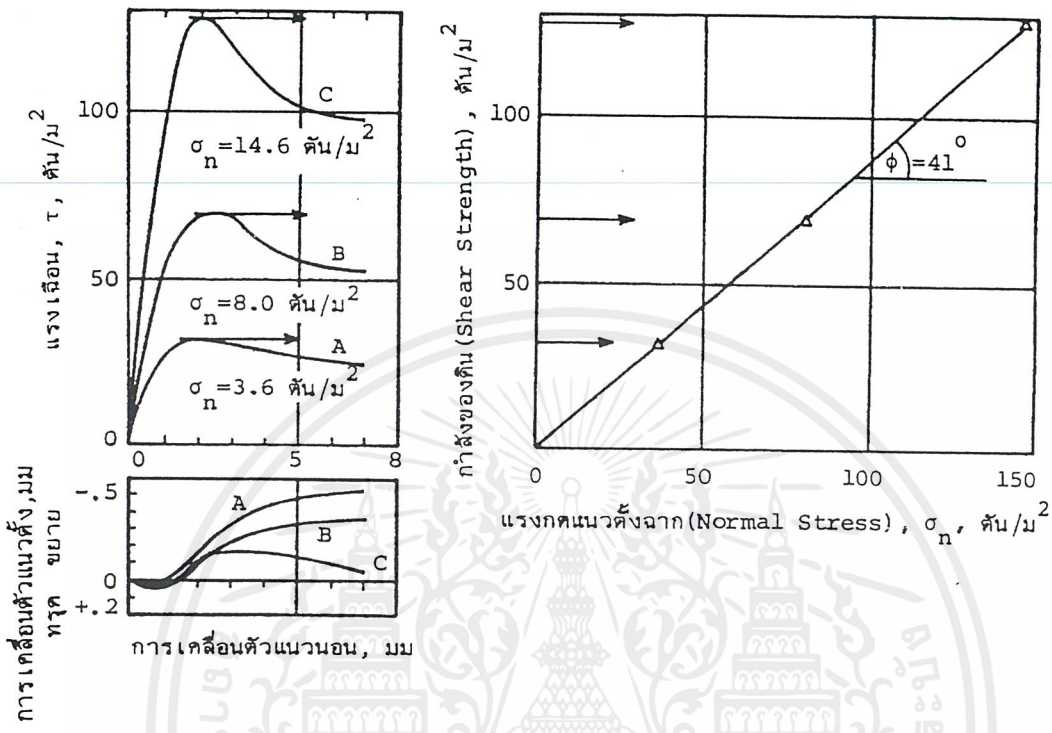
ตารางที่ 2.2 เครื่องหมายที่ใช้ในวิชาปฐพีกลศาสตร์ (Head, 1982)

Physical Quantity (ปริมาณกายภาพ)	Positive Sign (เครื่องหมายบวก (+))	Negative Sign (เครื่องหมายลบ (-))
Force (แรง)	Compression (อัด)	Tension (ดึง)
Stress (ความเค้น)	Compression (อัด)	Tensile (ดึง)
Displacement (การเคลื่อนตัว)	Compression (อัด)	Extension (ยืด)
	or (หรือ)	or (หรือ)
Strain (ความเครียด)	Contraction (หด)	Expansion (ขยาย)
	Compressive (หด)	Tensile (ดึง)
	(Shortening) (สั้น)	(Lengthening, Stretching)
Volume Change (ปริมาตรเปลี่ยนแปลง)	Decrease (ลด) (*Consolidation*)	Increase (เพิ่ม, บวม) (*Swelling*)
Pressure Change (ความดันเปลี่ยนแปลง)	Increase (เพิ่ม)	Decrease (ลด)
Void Ratio Change (อัตราส่วนช่องว่างเปลี่ยนแปลง)	Decrease (ลด)	Increase (เพิ่ม)

ตารางที่ 2.3 ค่าคงตัว ϕ จากผลการทดสอบตัวอย่างทรายแห้ง (Lambe and Whitman, 1979)

Type of Soil and Grading (ชนิดของดินและความคละ)	ϕ , Degree (องศา)			
	Loose (หลวม)		Dense (แน่น)	
	Rounded (กลม)	Angular (เหลี่ยม)	Rounded (กลม)	Angular (เหลี่ยม)
Sand (ทราย)				
Uniform Fine to Medium (สม่ำเสมอละเอียดถึงหยาบปานกลาง)	30	35	37	43
Well Graded (คละกันดี)	34	39	40	45
Sand and Gravel (ทรายและกรวด)	36	42	40	48
Gravel (กรวด)	35	40	45	50
Silt (ดินตะกอน)	28-32		30-35	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การแสดงผลการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

6.5 กำลังของดิน (Shear Strength)

กำลังของดินที่ทดสอบจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น :-

ทราย (Sand)

- ส่วนประกอบแร่ธาตุของเม็ดดิน
- ขนาดเม็ดดิน
- ลักษณะเม็ดดินและความเรียบผิวเม็ดดิน
- ความคละของเม็ดดิน
- ความชื้น
- ความแน่น

ดินเหนียว (Clay)

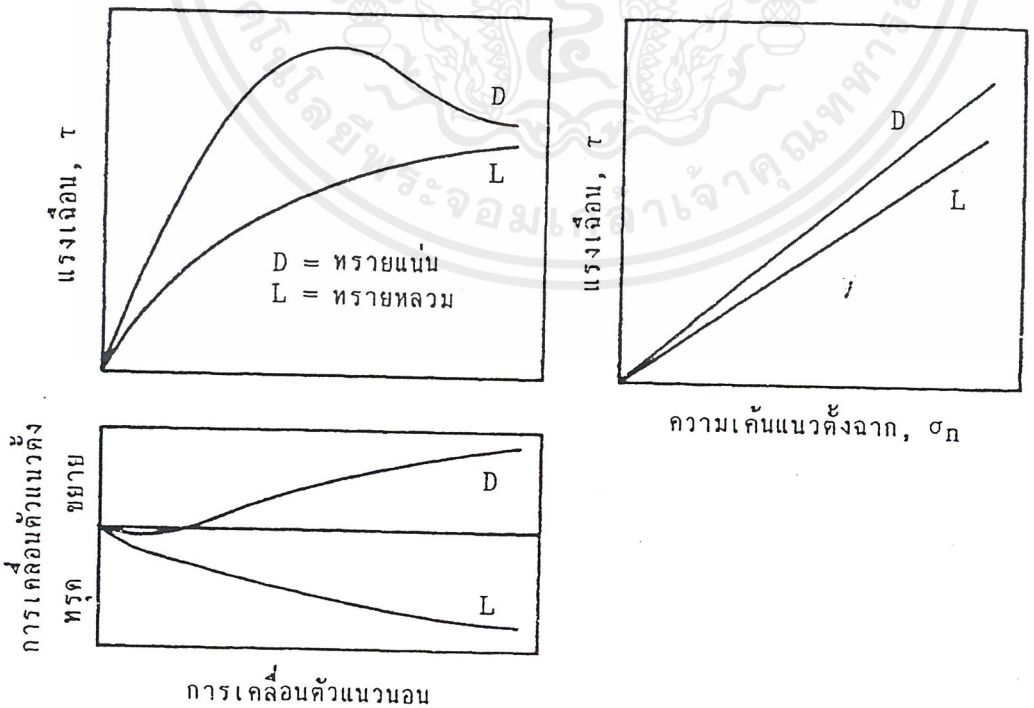
- ความชื้น
- สัมประสิทธิ์ความอิ่มตัวด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประวัติการถูกกดทับในอดีต (Stress History)

สำหรับทราย กราฟความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain) จะขึ้นอยู่กับความแน่น-หลวม ของตัวอย่างทราย ดังแสดงในรูปที่ 2.16 โดยเฉพาะลักษณะที่สำคัญตัวอย่างทรายที่แน่น (Dense) กราฟจะแสดงค่าแรงเฉือนสูงสุดชัดเจน ขณะที่เฉือนตัวอย่างปริมาตรจะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามสำหรับตัวอย่างทรายหลวม กราฟจะมีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงค่าสูงสุด และปริมาตรจะลดลงในขณะถูกเฉือน ตัวอย่างดินเหนียว องค์ประกอบที่กล่าวมาทั้งหมดมีผลอย่างมากต่อค่าแรงเฉือนของตัวอย่างดิน ถ้าดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated) เมื่อทำการทดสอบแบบเร็วและไม่รอให้ทรุดตัว (Quick Test) ค่ามุมเสียดทาน, ϕ จะมีค่าเป็นศูนย์ ($\phi = 0$) อัตราความเร็วและวิธีการทดสอบก็มีผลอย่างมากต่อแรงเฉือนของตัวอย่างดิน ดังแสดงในรูป 2.12 รูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14 ซึ่งเท่าที่ได้กล่าวมา ยังไม่ได้พิจารณาถึงประวัติการถูกกดทับของดินซึ่งมีผลอย่างมากต่อค่าแรงเฉือนของดิน ประวัติการถูกกดทับของดินแยกเป็น 2 ชนิด คือ :-

1) ดินอัดตัวตามปกติ (Normally Consolidated Clay , NCC) คือ ดินที่ในอดีตไม่เคยถูกกดทับมากกว่าน้ำหนักกดทับในปัจจุบันเลย (คิดหน่วยแรงประสิทธิผล)
2) ดินอัดตัวเกิน (Over Consolidated Clay , OCC) คือ ดินที่ในอดีตเคยถูกกดทับสูงกว่าน้ำหนักกดทับในปัจจุบัน (คิดหน่วยแรงประสิทธิผล) หาได้จากการทดสอบการอัดตัวแบบคายน้ำของดิน (Consolidated Test) ดิน OCC จะแสดงลักษณะกราฟความเค้น-ความเครียดคล้ายทรายหลวม ข้อพิเศษอีกข้อหนึ่งคือ ดิน NCC จะมีค่า c = 0 ส่วนดิน OCC ค่า c > 0



รูปที่ 2.16 ผลการทดสอบตัวอย่างทรายแน่น และตัวอย่างทรายหลวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

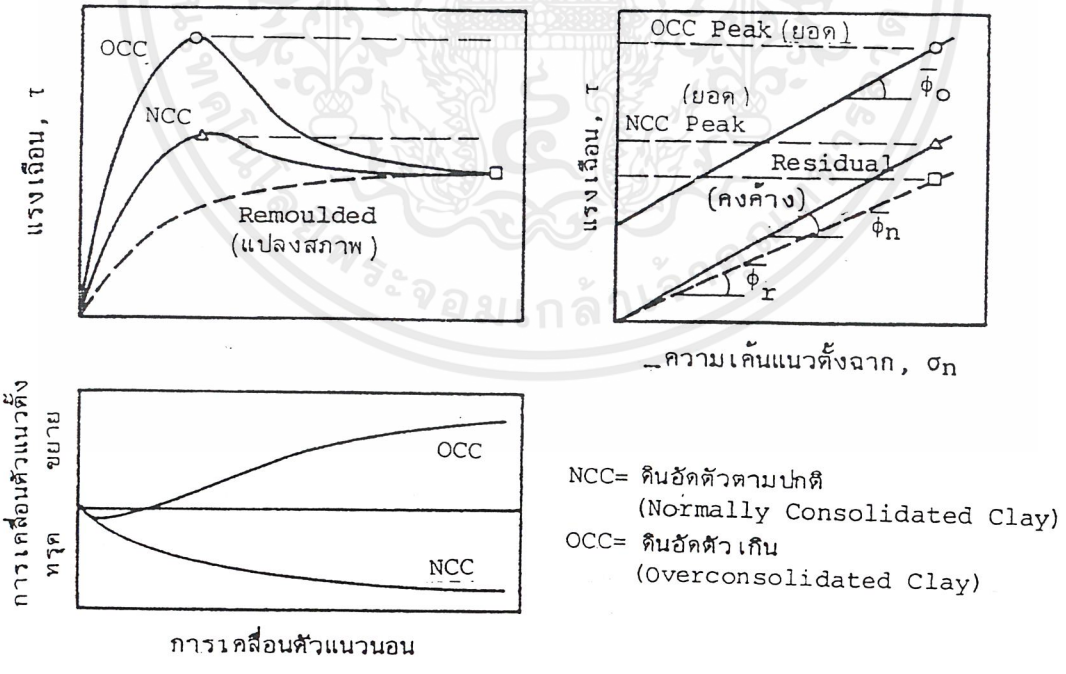
6.6 ข้อดีและข้อเสียของการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

ข้อดี

1) ทำการทดสอบได้ง่าย โดยเฉพาะตัวอย่างทราย-ตัวอย่างแปลงสภาพสามารถทำการทดสอบค่ากำลังคงค้าง (Residual Strength) และทำการทดสอบแรงเฉือนกลับทาง (Reversed Shear) เพื่อหาค่าคงตัวแปลงสภาพได้
2) สามารถดัดแปลงทดสอบตัวอย่างที่ตัดแต่งได้ยาก ด้วยการหล่อปูนพลาสเตอร์
3) ตีค่าผลการทดสอบได้โดยตรง

ข้อเสีย

1) แนววิบัติถูกกำหนดด้วยลักษณะของเครื่องมือ (แนวนอนกลางตัวอย่าง)
2) ไม่สามารถวัดความดันน้ำในตัวอย่างในระหว่างกระทำแรงเฉือนได้
3) ไม่สามารถทำให้ตัวอย่างดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated) ได้



รูปที่ 2.17 ผลการทดสอบตัวอย่างดินเหนียว (Skempton, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 หลักการออกแบบและติดตั้งเครื่องมือ

จากวิธีการทดสอบที่กล่าวมาแล้ว เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง ที่ออกแบบและผลิตสำหรับการทดสอบจะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1) กล่องใส่ตัวอย่าง (Shear Box) มี 2 ชิ้น บน-ล่าง อาจเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว (6.35 ซม) หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส 6-15 ซม
   - แผ่นเหล็กเซาะร่องล่าง (หรือ รวมแผ่นหินพรุน)
   - แผ่นเหล็กเซาะร่องบน (หรือ รวมแผ่นหินพรุน)
   - ฝากดตัวอย่าง
   - ที่แขวนน้ำหนัก
   - สำหรับหล่อน้ำระหว่างทดสอบ แคร่นี้ที่ฐานจะวางอยู่บนรางลูกปืนเพื่อลดแรงฝืด
2) แรงกระทำจะได้จากเฟืองเกียร์แบบมือหมุน หรือฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จุดกระทำแรงต่อกับกล่องล่าง สามารถกำหนดอัตราความเร็วคงที่ (Strain Control) ในช่วงอัตราความเร็วสำหรับการทดสอบด้วยการเลือกเกียร์และชุดเฟือง
3) แรงรับ จะวัดด้วยวงแหวนวัดแรง (Proving Ring) แตะกับกล่องบน แนววัดแรงจะอยู่แนวเดียวกับแนววิบัติของดิน เพื่อไม่ให้เกิดโมเมนต์
4) การวัดการเคลื่อนตัวในแนวนอนใช้มาตรหน้าปัด (Dial Gauge) วัดการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างฐานวงแหวนวัดแรงกับกล่องอันล่าง จะได้ค่าเคลื่อนตัวที่ถูกต้อง
5) น้ำหนักกระทำแนวตั้งฉากใช้ที่แขวนน้ำหนัก หรือเมื่อต้องการเพิ่มน้ำหนักกดให้มากขึ้นใช้คานงัด (Lever Arm) เสริม ส่วนของกล่องตัวอย่างส่วนบนที่ขอแขวนน้ำหนักกดอยู่จะต้องอยู่กับที่ ขณะทดสอบ เพื่อไม่ให้คานหนีเอียงออกจากศูนย์
6) จะต้องมีสกรูขันยึดกล่องตัวอย่างบน - ล่างเข้าด้วยกัน ระหว่างการเตรียมตัวอย่างและมีสกรูขันเร่งแยกกล่องตัวอย่างออกจากกัน ก่อนเริ่มการทดสอบ
7) กล่องตัวอย่างบรรจุอยู่ภายในแคร่รางเลื่อนอีกชั้นหนึ่ง สามารถหล่อน้ำกับตัวอย่างได้เมื่อต้องการ
8) ส่วนล่างของแคร่รางเลื่อน มีรางลูกปืนเพื่อลดแรงฝืด

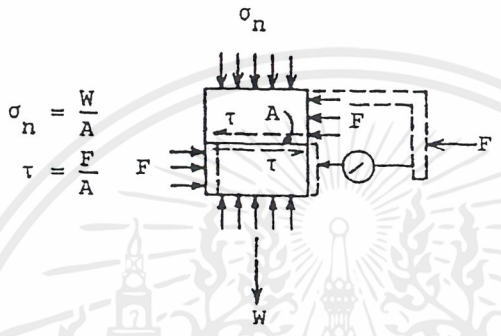
จากรูปลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ สามารถเขียนแผนภูมิแรงกระทำการทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรงได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.18

สำหรับตัวอย่างทราย เป็นตัวอย่างแปลงสภาพ ในการทดสอบควรควบคุมค่าความหนาแน่น (หรืออัตราส่วนช่องว่าง) ให้คงที่สำหรับการทดสอบในแต่ละอนุกรม (Series)

ส่วนค่าความเค้นแนวตั้งฉากที่จะกำหนดในการทดสอบ ต้องคำนวณจากน้ำหนักบรรทุกของฐานรากอาคารที่จะออกแบบคูณด้วย 2 –3 เท่า เป็นค่าความเค้นแนวตั้งฉากสูงสุดจากค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุด แบ่งระดับค่าความเค้นแนวตั้งฉากลดลงมาอีก 2-3 ค่า จนใกล้ศูนย์ (ที่เครื่องมือสามารถให้แรงกดได้) เป็นค่าความเค้นแนวตั้งฉากที่จะทำการทดสอบสำหรับอนุกรมนั้น ๆ ดูรายละเอียดการคำนวณน้ำหนักใช้กดทดสอบในภาคผนวก



รูปที่ 2.18 แผนภูมิแรงกระทำ การทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการ

การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองด้วยกันคือ 1) การทดลองเพื่อหาค่าตัวคูณลดกำลังของเสาเข็มตอก และ 2)เพื่อหาชนิดของดินที่นำมาเติมในหลุมเจาะนำ

การทดลองแรก เป็นการทดลองเพื่อหาว่าค่าตัวคูณลดกำลังระหว่างทฤษฎีที่ใช้คำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักของเข็มกับกำลังที่รับได้จริงของเสาเข็ม(ซึ่งทดลองโดยวิธีStandard Load Test) ว่าเป็นเท่าไร เพื่อที่ว่าจะได้นำค่าตัวคูณปลอดภัยที่ได้ไปใช้ในการหากำลังที่แท้จริงโดยไม่ต้องมีการทดสอบ Standard Load Test โดยมีวิธีการทดลองคือในขั้นแรกนั้นจะทำการค่าคุณสมบัติของดินเหนียว ดินทรายแห้งและทรายเปียก อันได้แก่ค่า C และค่า ϕ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณทางทฤษฎี จากนั้นก็หาค่า C , ค่า ϕ และค่าแรงเฉือนระหว่างดินเหนียวกับคอนกรีต , ทรายแห้งกับคอนกรีต และทรายเปียกกับคอนกรีต

การทดลองที่สองเป็นการทดสอบหาแรงเฉือน , ค่า C , และค่า ϕ ระหว่าง ดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %กับผิวคอนกรีต , ดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %กับผิวคอนกรีต , ดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %กับผิวคอนกรีต

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องกดทดสอบแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear Testing Machine) มีแรงดันมากพอสำหรับตัวอย่างที่จะทดสอบ มีอัตราการกระทำแรงเฉือนพอเหมาะ เป็นแบบหมุนทดสอบด้วยมือหรือแบบฉุดกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
2. กล่องตัวอย่าง (Shear Box) และอุปกรณ์
3. วงแหวนวัดแรง (Proving Ring) ขนาดพอเหมาะกับกำลังของตัวอย่างที่จะทดสอบ
4. มาตรหน้าปัด (Dial Gauge) วัดการเคลื่อนตัว (2 ตัว) อ่านละเอียด 0.01 มม.หรือ 0.001 นิ้ว ช่วงชัก 25 ม.ม. หรือ1 นิ้ว
5. แผ่นน้ำหนัก 3.015 กก. , 5.905 กก. , 6.909 กก.
6. ที่กดตัวอย่างดินเหนียว (Trimmer)
7. มีดปาดดิน
8. เลื่อยตัดดินเหนียว
9. เวอร์เนียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เครื่องชั่ง

11. ตู้อบ

3.2 ขั้นตอนการหาค่าคงที่ (K) ของ Proving Ring

1) ทำการประกอบ Dial Gauge เข้ากับ Proving Ring พยายามขันน็อตและส่วนต่างๆให้แน่น เพื่อป้องกันความผิดพลาด

2) ทำการนำค่าน้ำหนักต่างๆมาวางลงบน Proving Ring ส่วนบน จากนั้นบันทึกค่าจำนวนช่องของ dial gauge ที่ติดอยู่กับเครื่อง จากนั้นทำการเปลี่ยนน้ำหนักไปเรื่อยๆจนครบ 5 ค่า

3.3 ขั้นตอนการเตรียมผิวซีเมนต์บน Stationary Base

1. ทำการทาน้ำมันภายใน Stationary Base ให้ชุ่มเพื่อป้องกันซีเมนต์ติดกับ Stationary Base ได้

2.ผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนระหว่างซีเมนต์ : ทราย = 1 : 2 โดยน้ำหนัก เทใส่ลงใน Stationary Base จนเรียบกับขอบบนของ Stationary Base จากนั้นใช้เกรียงฉาบปูนปาดผิวให้เรียบให้มีลักษณะใกล้เคียงกับผิวเสาเข็มมากที่สุด

3.4 ขั้นตอนการเฉือนตัวอย่าง

1. กดตัวอย่างดินด้วยน้ำหนัก(Normal Load)ที่ต้องการแล้วรอให้การทรุดตังทางแนวดิ่งหยุดนิ่ง ซึ่งจะกินเวลาประมาณ 2-10 นาที

2. เริ่มให้แรงเฉือนแก่ตัวอย่าง โดยให้อัตราการเคลื่อนที่ตามแนวราบประมาณ 0.5 นิ้ว/นาที โดยสม่ำเสมอ

3. อ่านค่าแรงเฉือนจากProving Ring Dial,ค่าการเคลื่อนตัวทางแนวดิ่งจากVertical Dial Gage ทุกๆการเคลื่อนที่ตามแนวราบ0.01 นิ้วจนกระทั่งตัวอย่างดินไม่สามารถรับแรงเฉือนได้อีก โดยค่าจาก Proving Ring Dial จะลดลง

4. เตรียมตัวอย่างดินเหมือนกันอีก 3 ตัวอย่าง โดยใช้น้ำหนักกดแตกต่างกัน แล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 1 ถึงข้อ 4

3.5 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การทดลองเพื่อหาตัวคูณลดกำลังของเสาเข็ม

3.5.1.1 กรณีที่หาแรงเฉือนของดินเหนียว

1) ทำการเก็บตัวอย่างดินด้วยวิธี Wash Boring ที่ความลึก 1 – 2 ม. ตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ในกระบอก
2) วัดขนาดของ Trimmer ซึ่งเป็นแหวนรูปสี่เหลี่ยม บางคมใช้กดตัวอย่าง ทั้งความกว้าง ความยาว และความสูงอย่างน้อย 3 ค่า แล้วหาค่าปริมาตรเฉลี่ย พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักของ Trimmer ด้วย บันทึกผล
3) ทำการดันตัวอย่างดินออกจากกระบอกเก็บดินจากนั้นตัดดินให้บางเท่ากับ Trimmer แล้วใช้ Trimmer ตัดตัวอย่างดิน จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักทั้งตัวอย่างดินและ Trimmer
4) ค่อยๆดันตัวอย่างออกจาก Trimmer โดยใช้ Top Cap เป็นตัวช่วยใช้บรรจุตัวอย่างลงบน Shear Box โดยมีการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด โดยขณะที่ Sliding ring จะถูกยึดใช้ติดกับ Stationary Base โดยมี Alignment Pin เป็นตัวยึด
5) เมื่อตัวอย่างดินเข้าที่แล้ว จัด Loading Bar ให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะใส่ Normal Load จัด Vertical Dial Gauge , Horizontal Dial Gauge และ Horizontal Shearing Divice ให้เข้าที่ (ถ้าตั้งให้ Dial Gauge ทุกตัวอยู่ที่ 0 จะสะดวกที่สุด)
6) เมื่อทำการทดลองเสร็จก็ทำการทดสอบหาค่า Moisture Content ของดินที่นำมาใช้ทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักของดินก่อนที่จะนำเข้าตู้อบ จากนั้นนำตัวอย่างเข้าตู้อบ (ที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักรวมของดินแห้งรวมกับภาชนะใส่จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Moisture Content ของดิน และค่า Moisture Content นี้จะนำไปใช้ในการผสมดินเหนียวกับดินทรายต่อไป

3.5.1.2 กรณีที่หาแรงเฉือนของดินทราย

1) จัด Shear Box ให้พร้อมโดยส่วน Sliding Ring ยึดติดกับ Stationary Base
2) เตรียมทรายที่ต้องการทดสอบให้มากพอ ประมาณ 250 – 300 กรัม ชั่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปเตรียมลงใน Shear Box โดยใช้วิธีโรยแล้ว compact หรือเขย่าให้ได้ความหนาแน่นตามต้องการ
3) วัดความสูงของตัวอย่างทรายและชั่งน้ำหนักทรายที่เหลือก็จะสามารถคำนวณหาความหนาแน่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เมื่อตัวอย่างดินเข้าที่แล้ว จัด Loading Bar ให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะใส่ Normal Load จัด Vertical Dial Gauge , Horizontal Dial Gauge และ Horizontal Shearing Divice ให้เข้าที่ (ถ้าตั้งให้ Dial Gauge ทุกตัวอยู่ที่ 0 จะสะดวกที่สุด)

3.5.2 การทดลองเพื่อหาชนิดของดินที่นำไปเติมในหลุมเจาะนำ

1) นำตัวอย่างดินเหนียวที่เจาะขึ้นมาได้ เข้าตู้อบจนตัวอย่างแห้งสนิท
2) จากนั้นนำตัวอย่างแห้งดินเหนียวแห้งไปบดให้ละเอียด
3) นำทรายมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 และค้างอยู่บนตะแกรงเบอร์ 200
4) ทำ การผสมดินเหนียวและดินทรายเข้าด้วยกันตามอัตราส่วนดังนี้คือ
   4.1) ดินเหนียว 75 % : ทราย 25% จำนวน 3 ชุดๆละ 3 ตัวอย่าง
   4.2) ดินเหนียว 50 % : ทราย 50% จำนวน 3 ชุดๆละ 3 ตัวอย่าง
   4.3) ดินเหนียว 25 % : ทราย 75% จำนวน 3 ชุดๆละ 3 ตัวอย่าง
5) ทำการเติมน้ำลงลงไปในตัวอย่างตามเปอร์เซ็นต์ดังนี้
   5.1) ดินเหนียว 75 % : ทราย 25% ใช้น้ำ 70 %ของน้ำหนักดินผสม
   5.2) ดินเหนียว 50 % : ทราย 50% ใช้น้ำ 50 %ของน้ำหนักดินผสม
   5.3) ดินเหนียว 25 % : ทราย 75% ใช้น้ำ 30 %ของน้ำหนักดินผสม
6) นำตัวอย่างเติมลงไปในกล่องรับแรงเฉือนที่มีซีเมนต์เพสต์หล่อบนแท่นรับแรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 การทดสอบด้วยกันคือ 1) การทดสอบเพื่อหาค่ากำลังของเสาเข็มที่ลดลงเมื่อมีการคำนวณตามทฤษฎีเทียบกับกำลังที่รับได้จริง และ 2)เพื่อหาชนิดของดินที่นำมาเติมในหลุมเจาะนำ

4.1 การคำนวณค่ารับน้ำหนักของเสาเข็ม

คุณสมบัติของเสาเข็มที่ใช้ในการคำนวณ

ชนิดของเสาเข็ม : เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ

ขนาดของเสาเข็ม : 0.12 x 0.12 x 4.00 m.

พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม (A_{END}) : 0.0119 $m.^2$

เส้นรอบรูปของเสาเข็ม ($\sum P$) : 0.48 m.

คุณสมบัติของดินเหนียว

ค่า ϕ = 0°

ค่า C = 1047 กก./ม.^{2}

ค่า ρ = 1400 กก./ม.^{3}

N_C = 9 (สำหรับการคำนวณในดินเหนียวอ่อน)

คุณสมบัติของทรายแห้ง

ค่า ϕ = 44.57°

ค่า C = 0 กก./ม.^{2}

ค่า ρ = 1700 กก./ม.^{3}

คุณสมบัติของทรายเปียก

ค่า ϕ = 42.37°

ค่า C = 0 กก./ม.^{2}

ค่า ρ = 2000 กก./ม.^{3}

การคำนวณจะคำนวณโดยมีการคำนวณที่สภาวะต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อไม่ขุดหลุมนำ (รอบเสาเข็มสัมผัสดินเหนียว)

- คำนวณตามทฤษฎี

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากดินเหนียวรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = ρZ

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของดินเหนียวรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ C = 1047 กก./ม.^{2} ϕ = 0 องศา

ดังนั้น τ = C = 1047 กก./ม.^{2}

ดินเหนียวรอบเสาเข็มลึก 4 ม.

กำลังรับน้ำหนักมีค่า = $\tau \times A_s$

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับดินเหนียว = 0.48 x 4 ม.

กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทาน = 1047 x 0.48 x 4

= 2010.24 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = $C \times N_C \times A_g$

= 1047 x 9 x 0.0119

= 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 2010.24 + 112.14 = 2122.4 กก.

- ค่าที่ได้จากการทดสอบ Standard Load Test

Q = 1926 กก.

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบดินเหนียวกับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบดินเหนียวกับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากดินเหนียวรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = ρZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของดินเหนียวรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ C = 833.3 กก./ม.^{2} ϕ = 0 องศา

ดังนั้น τ = C = 833.3 กก./ม.^{2}

ดินเหนียวรอบเสาเข็มลึก 4 ม.

กำลังรับน้ำหนักมีค่า = τ x A_s

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับดินเหนียว = 0.48 x 4 ม.

กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทาน = 833.3 x 0.48 x 4

= 1599.94 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 1599.94 + 112.14 = 1712.1 กก.

2. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อ ขุดหลุมนำลึก 2 ม. แล้วเติมด้วยทรายแห้ง

- คำนวณตามทฤษฎี

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบทรายแห้ง (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบทรายแห้ง (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากทรายแห้งรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2 (45 - \phi/2)$

ρ = ความหนาแน่นของทรายแห้งรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ C = 0 กก./ม.^{2} ϕ = 44.57 องศา

ดังนั้น $\tau = \sigma \tan \phi = KZ (\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan \phi$

$= 0.175 \times 2(1700 - 0) \times \tan 44.57^\circ$

$= 586.14$ กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า = $(\tau \times A_s) / 2$

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับทรายแห้ง = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของทรายแห้ง = (586.14 x 0.48 x 2) / 2

= 281.73 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 1047 x 2 x 0.48

= 1005.12 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 281.73 + 1005.12 + 112.14

= 1398.7 กก.

- ค่าที่ได้จากการทดสอบ Standard Load Test

ในสภาพความเป็นจริงเกิดขึ้นไม่ได้

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบทรายแห้งกับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบทรายแห้งกับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากทรายแห้งรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2 (45 - \phi/2)$

ρ = หน่วยน้ำหนักของทรายแห้งรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ C = 0 กก./ม.^{2} ϕ = 41.52 องศา

ดังนั้น $\tau = \sigma \tan \phi = KZ (\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan \phi$

= 0.203 x 2 (1700-0) x tan 41.52°

= 611.07 กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า = $(\tau \times A_S) / 2$

เมื่อ A_S = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับทรายแห้ง = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของทรายแห้ง = 611.07 x 0.48 x 2 / 2

= 292.92 กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 833.3 x 2 x 0.48

= 799.97 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 292.92 + 799.97 + 112.14

= 1205.03 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อ ขุดหลุมนำลึก 2 ม. เติมทรายแห้งแล้วน้ำใต้ดินท่วมถึง

- คำนวณตามทฤษฎี

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบทรายเปียก (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบทรายเปียก (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากทรายเปียกรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2 (45 - \phi/2)$

ρ = ความหนาแน่นของทรายเปียกรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ $C = 0$ กก./ม.^{2} $\phi = 42.37$ องศา

ดังนั้น $\tau = \sigma \tan \phi = KZ (\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan \phi$

$= 0.195 \times 2(2000 - 1000) \times \tan 42.37^\circ$

$= 355.75$ กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า = $(\tau \times A_s) / 2$

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับทรายเปียก = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของทรายเปียก = 355.75 x 0.48 x 2 / 2

= 170.59 กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 1047 x 2 x 0.48

= 1005.12 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 170.59 + 1005.12 + 112.14

= 1287.55 กก.

- ค่าที่ได้จากการทดสอบ Standard Load Test

Q = 1467 กก.

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบทรายเปียกกับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบทรายเปียกกับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากทรายเปียกรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2(45 - \phi/2)$

ρ = หน่วยน้ำหนักของทรายเปียกรอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ $C = 0$ กก./ม.^{2} $\phi = 39.16$ องศา

ดังนั้น $\tau = \sigma \tan\phi = KZ(\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan\phi$

$= 0.226 \times 2(2000 - 1000) \times \tan 39.16$

$= 368.12$ กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า = $(\tau \times A_s) / 2$

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับทรายเปียก = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของทรายเปียก = 368.12 x 0.48 x 2 / 2

= 176.6 กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 833.3 x 2 x 0.48

= 799.97 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 176.6 + 799.97 + 112.14

= 1088.7 กก.

4. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อ ขุดหลุมนำลึก 2 ม. แล้วเติมด้วยดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan\phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 75 % ปนทราย 25 % กับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 75% ปนทราย 25% กับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2(45 - \phi/2)$

ρ = หน่วยน้ำหนักของดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ $C = 630$ กก./ม.^{2} $\phi = 20.03$ องศา

ดังนั้น $\tau = C + \sigma \tan\phi = C + [KZ(\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan\phi]$

$= 630 + [0.49 \times 2 (1550 - 1000) \times \tan 20.03]$

$= 826.5$ กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า $= (\tau \times A_s) / 2$

เมื่อ A_s = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 % = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 %

$= 826.5 \times 0.48 \times 2 / 2$

$= 396.7$ กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว $= 833.3 \times 2 \times 0.48$

$= 799.97$ กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม $= 112.14$ กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ $= 396.7 + 799.97 + 112.14$

$= 1308.8$ กก.

5. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อ ขุดหลุมนำลึก 2 ม. แล้วเติมด้วยดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan\phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %กับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 50%ปนทราย 50% กับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2(45 - \phi/2)$

ρ = หน่วยน้ำหนักของดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 % รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ $C = 480$ กก./ม.^{2} $\phi = 24.55$ องศา

ดังนั้น $\tau = C + \sigma \tan\phi = C + [KZ(\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan\phi]$

$= 480 + [0.413 \times 2 (1700 - 1000) \times \tan 24.55]$

$= 744.11$ กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่จุดบนและล่างมีค่า $= (\tau \times A_s) / 2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ A_S = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 % = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 %

= 744.1 x 0.48 x 2 / 2

= 357.15 กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 833.3 x 2 x 0.48

= 799.97 กก.

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 357.15 + 799.97 + 112.14

= 1269.3 กก.

6. สภาวะรับน้ำหนักเมื่อ ขุดหลุมนำลึก 2 ม. แล้วเติมด้วยดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %

- คำนวณจากผลการทดสอบ Direct Shear

จากสูตรการคำนวณ $\tau = C + \sigma \tan \phi$

τ = หน่วยแรงเฉือนที่ดินสามารถรับได้ (กก. / ม.^{2})

C = ค่าความเชื่อมแน่นที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %กับคอนกรีต (กก. / ม.^{2})

ϕ = มุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบดินเหนียว 25%ปนทราย 75% กับคอนกรีต (องศา)

σ = แรงกระทำด้านข้างเนื่องมาจากดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{2}) มีค่า = $K\rho Z$

เมื่อ $K = \tan^2 (45 - \phi/2)$

ρ = หน่วยน้ำหนักของดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 % รอบเสาเข็ม (กก. / ม.^{3})

Z = ระดับความลึกของเสาเข็ม (ม.)

ในที่นี้ C = 366.7 กก./ม.^{2} ϕ = 31.70 องศา

ดังนั้น $\tau = C + \sigma \tan \phi = C + [KZ (\rho_{soil} - \rho_{water}) \tan \phi]$

= 366.7 + [0.311 x 2 (1850 – 1000) x tan 31.7]

= 693.23 กก./ม.^{2}

กำลังรับน้ำหนักเฉลี่ยที่ขุดบนและล่างมีค่า = $(\tau \times A_S) / 2$

เมื่อ A_S = พื้นที่รอบเสาเข็มที่สัมผัสกับดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 % = 0.48 x 2 ม.

ที่ 2 ม. บน กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 %

= 693.23 x 0.48 x 2 / 2

= 332.8 กก.

ที่ 2 ม. ล่าง กำลังรับน้ำหนักจากแรงเสียดทานของดินเหนียว = 833.3 x 2 x 0.48

= 799.97 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม = 112.14 กก.

ดังนั้น เสาเข็ม 1 ต้น รับน้ำหนักได้ = 332.8 + 799.97 + 112.14

= 1244.9 กก.

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดสอบ ได้ค่าต่างๆ ดังนี้

1) เสาเข็มยาว 4 ม.ไม่ขุดหลุมเจาะนำ

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test สามารถรับน้ำหนักได้ 1926.0 กก.
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 2121.8 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1712.1 กก.

2) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมทรายแห้งลงไป

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test **ในสภาพความเป็นจริงเกิดขึ้นไม่ได้
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 1398.7 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1205.03 กก.

3) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม. เติมทรายลงไปแล้วมีน้ำใต้ดินท่วมถึง

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test สามารถรับน้ำหนักได้ 1467.0 กก.
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 1287.6 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1088.7 กก.

4) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 75 %ที่ผสมกับทราย 25 %

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1308.77 กก.

5) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 50 %ที่ผสมกับทราย 50 %

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1269.3 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 25 %ที่ผสมกับทราย 75 %

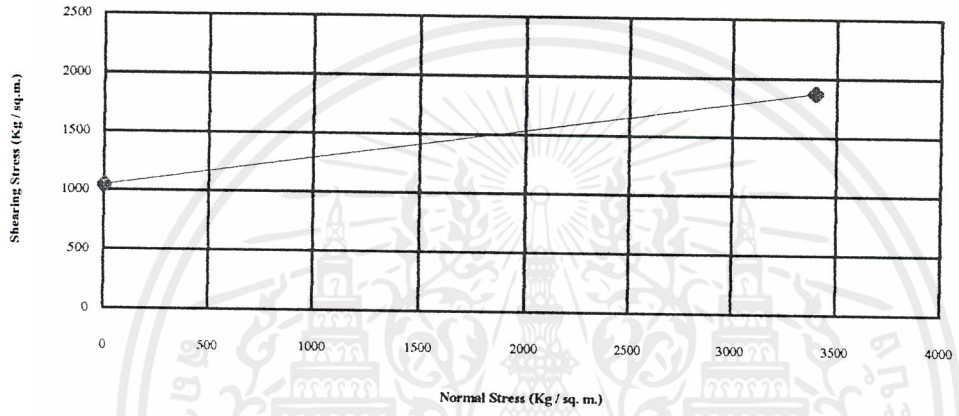
- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1244.9 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติดินเหนียว

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	1030.0	1100.0	1010.0	1046.7
ค่า ϕ	10.66	9.2	21.22	13.69
ความชื้น	68.7	66.8	71.2	68.9

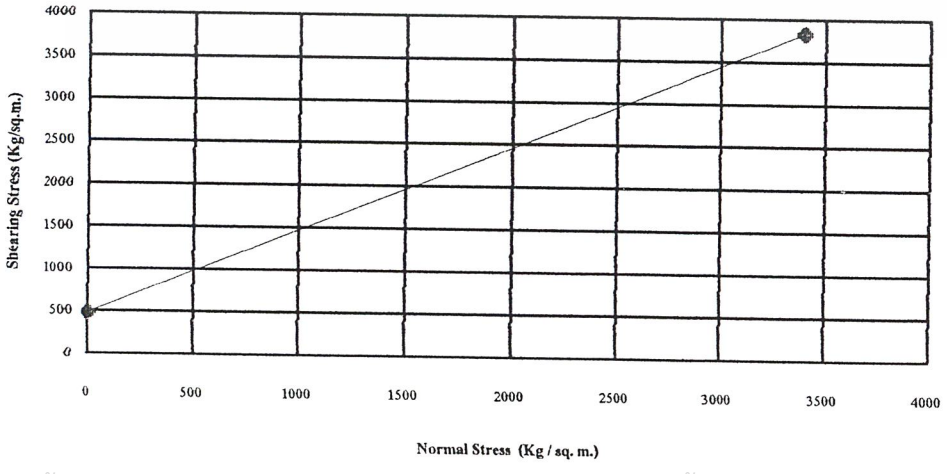
กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว



ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติทรายแห้ง

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	450.0	450.0	550.0	483.3
ค่า ϕ	43.71	46.30	43.70	44.57
ความชื้น	0.0	0.0	0.0	0.0

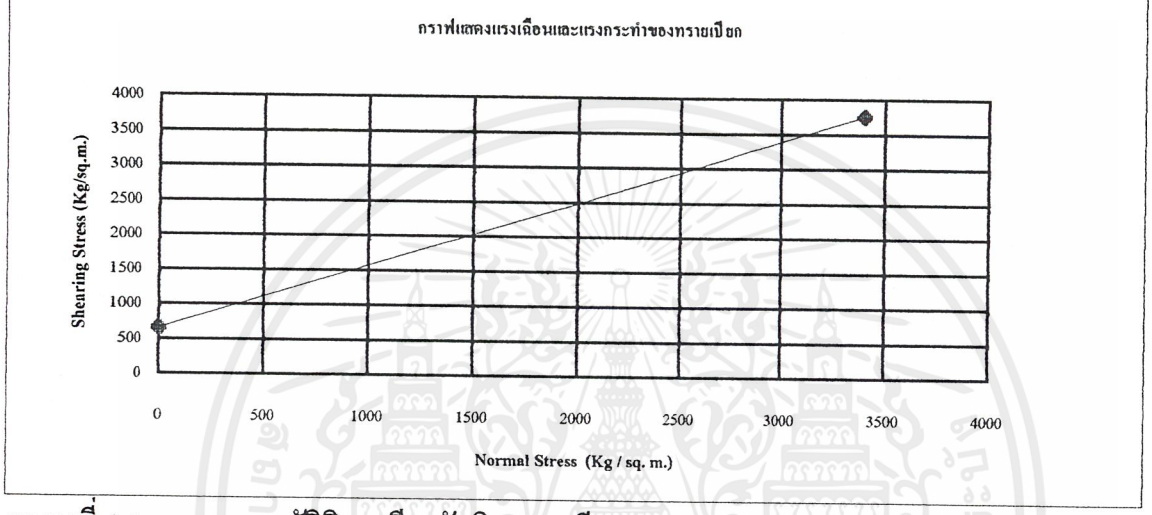
กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

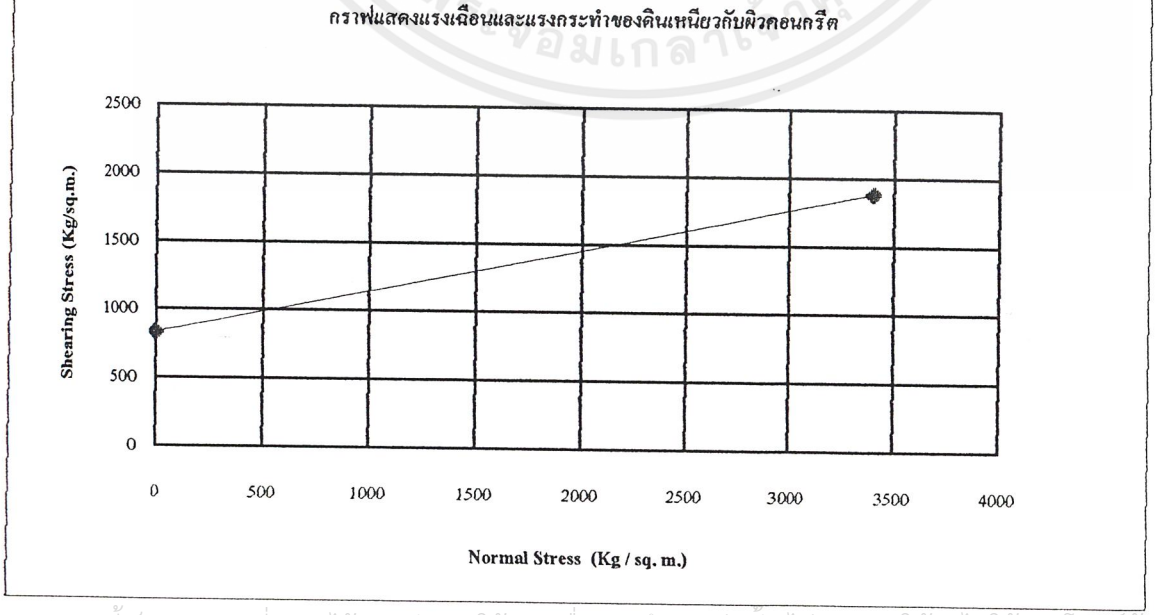
ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติทรายเปียก

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	570.0	900.0	500.0	656.7
ค่า ϕ	41.52	39.50	46.10	42.37
ความชื้น	33.3	29.2	22.9	28.5



ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติดินเหนียวกับผิวคอนกรีต

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	620.0	860.0	1020.0	833.3
ค่า ϕ	21.66	19.14	10.66	17.15
ความชื้น	100.3	78.0	94.5	90.9

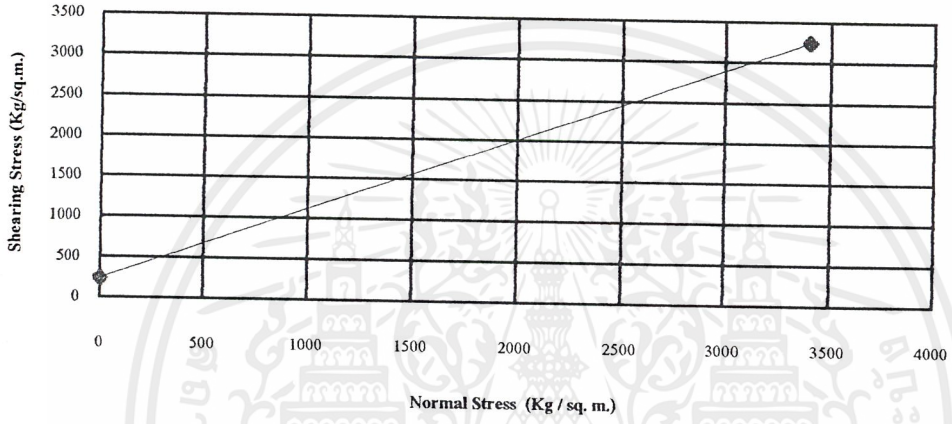


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงคุณสมบัติทรายแห้งกับผิวคอนกรีต

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	180.0	130.0	390.0	233.3
ค่า ϕ	40.95	44.75	38.86	41.52
ความชื้น	0.0	0.0	0.0	0.0

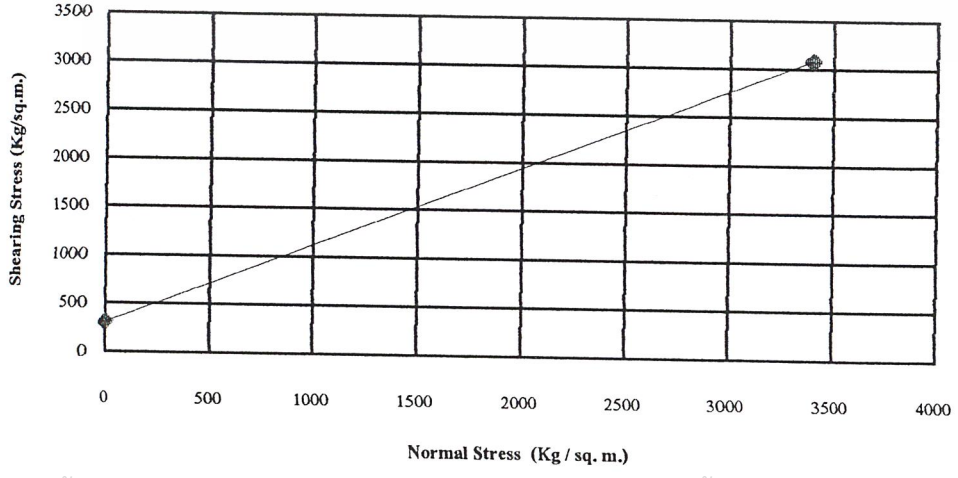
กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้งกับผิวคอนกรีต



ตารางที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติทรายเปียกกับผิวคอนกรีต

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	400.0	430.0	100.0	310.0
ค่า |	38.45	37.62	41.42	39.16
ความชื้น	25.1	36.9	28.4	30.1

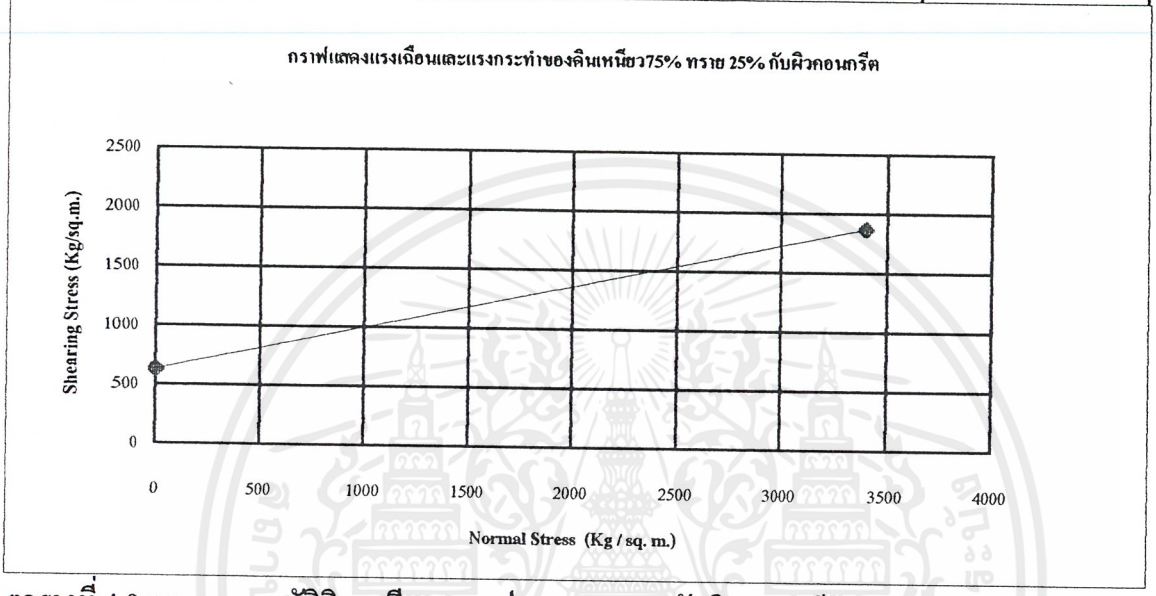
กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียกกับผิวคอนกรีต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

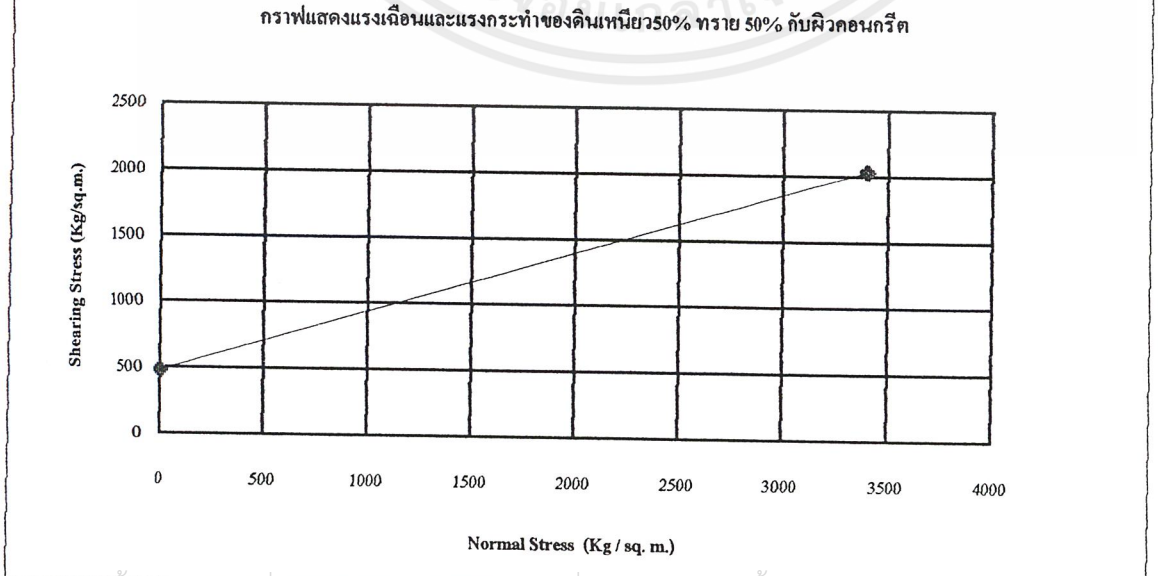
ตารางที่ 4.7 แสดงคุณสมบัติดินเหนียว75 %ปนทราย 25 % กับผิวคอนกรีต

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	760.0	540.0	590.0	630.0
ค่า ϕ	17.47	21.10	21.51	20.03
ความชื้น	63.7	66.8	63.2	64.6



ตารางที่ 4.8 แสดงคุณสมบัติดินเหนียว50 %ปนทราย 50 % กับผิวคอนกรีต

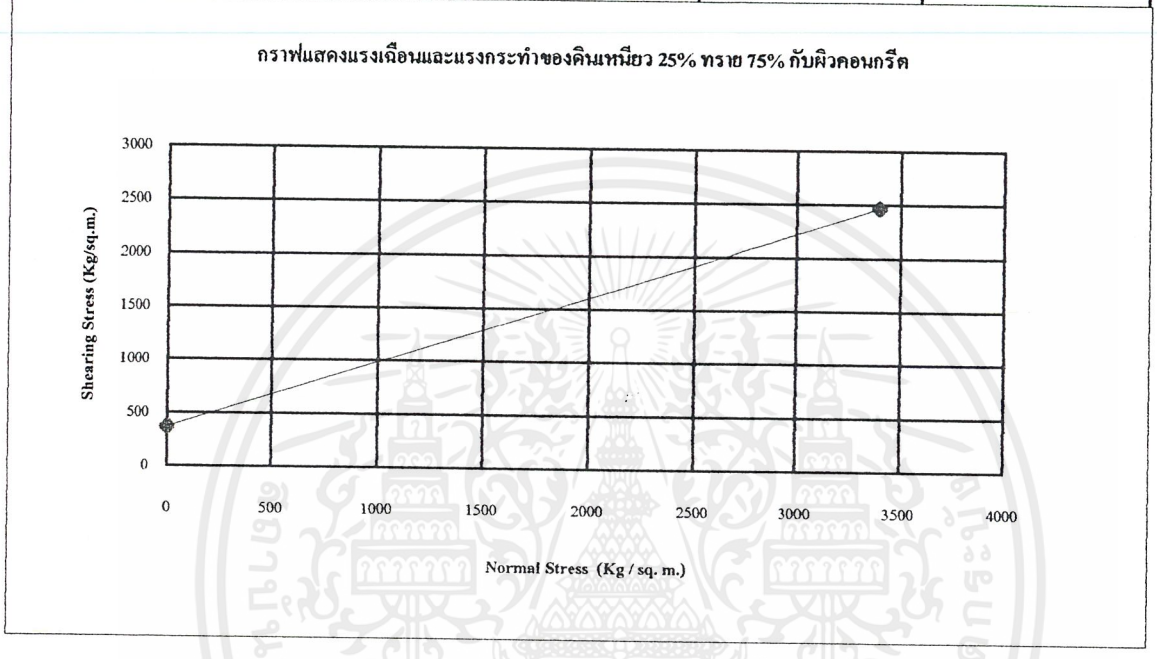
ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	470.0	500.0	470.0	480.0
ค่า ϕ	24.51	25.20	23.95	24.55
ความชื้น	44.8	45.9	44.9	45.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงคุณสมบัติดินเหนียว25 %ปนทราย 75 % กับผิวคอนกรีต

ตัวอย่างที่	1	2	3	เฉลี่ย
ค่า C (Kg/sq.m.)	400.0	350.0	350.0	366.7
ค่า ϕ	31.70	31.10	32.31	31.70
ความชื้น	26.4	28.7	24.9	26.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงการคำนวณค่ารับน้ำหนักของเสาเข็ม

ชนิดของดิน	ค่า ϕ°	tan ϕ°	ค่า C (กก./ซม.2)	ค่า K	แรงเฉือนเฉลี่ย (กก./ซม.2)	เส้นรอบรูปเสาเข็ม(ซม.)	L (ซม.)	P(บน) กก.	P(ล่าง) กก.	P(ปลาย) กก.	P(รวม) กก.
ดินเหนียว	0	0	0.105	0	0.1047	48	200	1004.83	1004.83	112.13	2121.80
ทรายแห้ง	44.57	0.99	0	0.175	0.0293	48	200	281.73	1004.83	112.13	1398.69
ทรายเปียก	42.37	0.91	0	0.195	0.0178	48	200	170.59	1004.83	112.13	1287.55
ดินเหนียวกับคอนกรีต	0	0	0.0833	0	0.083	48	200	799.97	799.97	112.13	1712.07
ทรายแห้งกับคอนกรีต	41.52	0.89	0	0.203	0.0305	48	200	292.92	799.97	112.13	1205.03
ทรายเปียกกับคอนกรีต	39.16	0.81	0	0.226	0.0184	48	200	176.60	799.97	112.13	1088.70
ดินเหนียว75 %ทราย25% กับคอนกรีต	20.03	0.36	0.063	0.490	0.0413	48	200	396.67	799.97	112.13	1308.77
ดินเหนียว50 %ทราย50%กับคอนกรีต	24.55	0.46	0.048	0.413	0.0372	48	200	357.15	799.97	112.13	1269.26
ดินเหนียว25 %ทราย75%กับคอนกรีต	31.70	0.62	0.037	0.311	0.0347	48	200	332.79	799.97	112.13	1244.89

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบ ได้ค่าต่างๆ ดังนี้

1) เสาเข็มยาว 4 ม.ไม่ขุดหลุมเจาะนำ

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test สามารถรับน้ำหนักได้ 1926.0 กก.
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 2121.8 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1712.1 กก.

2) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมทรายแห้งลงไป

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test **ในสภาพความเป็นจริงเกิดขึ้นไม่ได้
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 1398.7 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1205.03 กก.

3) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม. เติมทรายลงไปแล้วมีน้ำใต้ดินท่วมถึง

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test สามารถรับน้ำหนักได้ 1467.0 กก.
- คำนวณตามทฤษฎี สามารถรับน้ำหนักได้ 1287.6 กก.
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1088.7 กก.

4) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 75 %ที่ผสมกับทราย 25 %

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1308.77 กก.

5) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 50 %ที่ผสมกับทราย 50 %

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1269.3 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เสาเข็มยาว 4 ม. ที่ขุดหลุมเจาะนำลึก 2 ม.แล้วเติมดินเหนียว 25 %ที่ผสมกับทราย 75 %

- ทดสอบด้วยวิธีด้วยวิธี Standard Load Test ** ไม่มีการทดสอบ
- คำนวณตามทฤษฎี ** ไม่มีการคำนวณ
- ทดสอบด้วยวิธี Direct Shear สามารถรับน้ำหนักได้ 1244.9 กก.

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากวิธี Direct Shear Test และผลการตอกเสาเข็มโดยวิธี Pile Load Test แล้วจะเห็นว่า
   1.1 ในกรณีที่ไม่มีหลุมเจาะนำ ค่ากำลังรับน้ำหนักที่เสาเข็มสามารถรับได้โดยวิธี Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการทดสอบ Pile Load Test ประมาณ 11.1 % และมีค่ากำลังรับน้ำหนักที่เสาเข็มสามารถรับได้โดยวิธี Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการคำนวณตามทฤษฎีอยู่ 19.31 %
   1.2 ในกรณีที่หลุมเจาะนำลึก 2 เมตร เติมทรายแล้วมีน้ำใต้ดินท่วมถึง ค่ากำลังรับน้ำหนักที่เสาเข็มสามารถรับได้โดยวิธี Direct Shear Test จะมีค่าลดลงจากการทดสอบ Pile Load Test ประมาณ 25.8% และมีค่ากำลังรับน้ำหนักที่เสาเข็มสามารถรับได้โดยวิธี Direct Shear จะมีค่าลดลงจากการคำนวณตามทฤษฎีอยู่ 15.45%

2. จากค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่คำนวณได้โดยวิธี Direct Shear ค่าจากสภาวะที่ไม่มีหลุมเจาะนำ จะมีค่ากำลังในการรับน้ำหนักของเสาเข็มมีค่าสูงสุด ดังนั้นหากเป็นไปได้ ในการตอกเข็มไม่ควรที่จะมีการขุดหลุมนำหรือถ้าต้องมีการขุดหลุมนำก็ควรทำการขุดหลุมนำที่ระดับความลึกน้อยๆ
3. ดินปนทรายที่เติมลงในหลุมเจาะนำ ถ้ายิ่งมีส่วนประกอบที่เป็นทรายมากเท่าใด ค่ากำลังในการรับน้ำหนักของเสาเข็มก็จะลดตามไปด้วย

5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มโดยวิธี Direct Shear Test จะได้ค่ากำลังในการรับน้ำหนักของเสาเข็มในกรณีที่เติมดินเหนียวลงในหลุมเจาะมีค่ามากกว่ากรณีที่เติมทรายลงในหลุมเจาะนำซึ่งเหมือนกับในกรณีของการทดสอบแบบ Standard Load Test และการคำนวณตามทฤษฎี

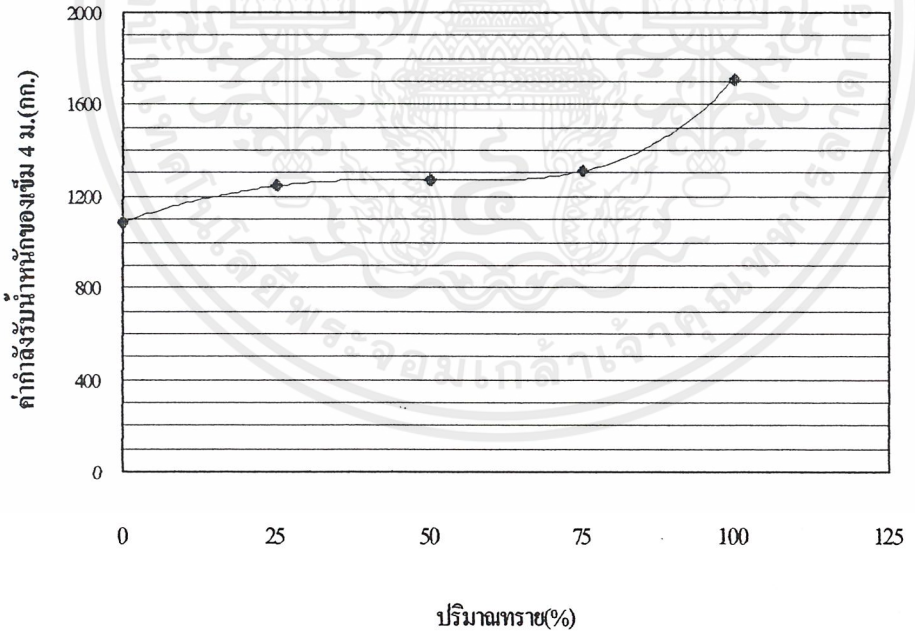
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการเจาะนำหรือขุดนำเพื่อทำการตอกเสาเข็มขนาดเล็กในชั้นดินอ่อนนั้น ไม่ว่าจะเป็นเหตุผลทางการก่อสร้างหรือเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ไม่ควรมีการเจาะนำหรือถ้ามีการเจาะนำก็ควรที่จะทำการเจาะนำในระยะที่น้อยที่สุด เพราะดินในบริเวณที่มีการเจาะนำจะถูกรบกวนทำให้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็มลดลง

ดินที่เติมลงในหลุมเจาะนำแล้วจะทำให้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาเข็มลดลงน้อยที่สุด คือ ดินเดิม ซึ่งในที่นี้ได้แก่ ดินเหนียว กล่าวคือไม่ควรที่จะมีการขุดหลุมนำสำหรับเสาเข็มตอกขนาดเล็ก

ในกรณีต้องมีการขุดหลุมนำสำหรับการตอกเข็มนั้น ผู้ศึกษาใคร่ขอเสนอกราฟที่จะช่วยใช้ในการหาเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวและทรายที่ควรนำไปเติมลงในหลุมนำนั้นเพื่อมิให้กำลังรับน้ำหนักมีค่าลดลงไปมาก ซึ่งเป็นการเทียบกับความยาวเข็มที่คำนวณ 4 เมตร ดังนี้



รูปที่ 5.1 กราฟที่ใช้ช่วยในการหากำลังที่ลดลงของดินเมื่อมีการผสมดินเหนียวและทรายที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

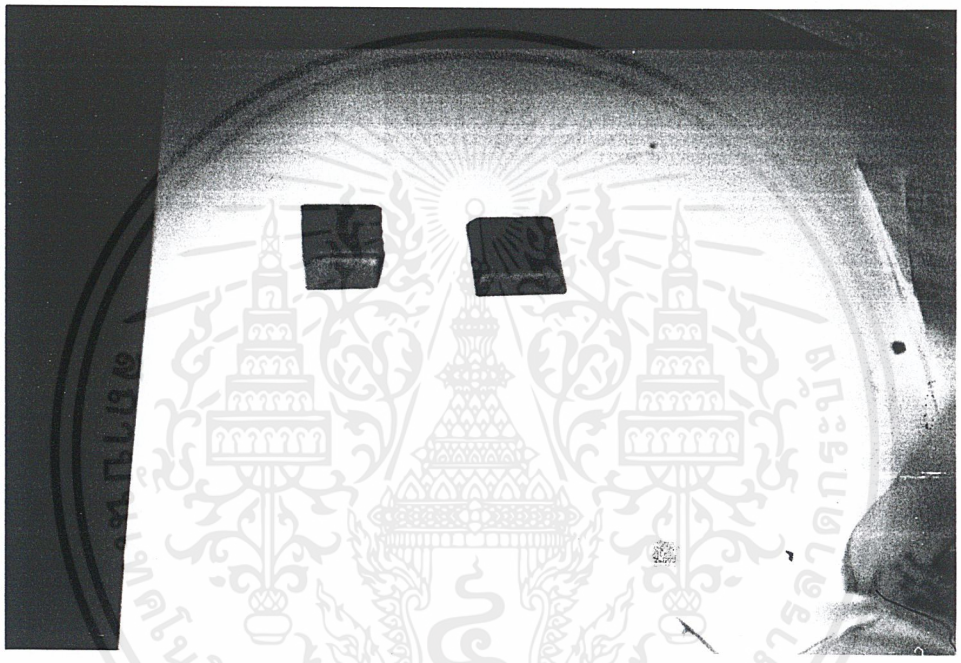
รูปที่ 1
แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2

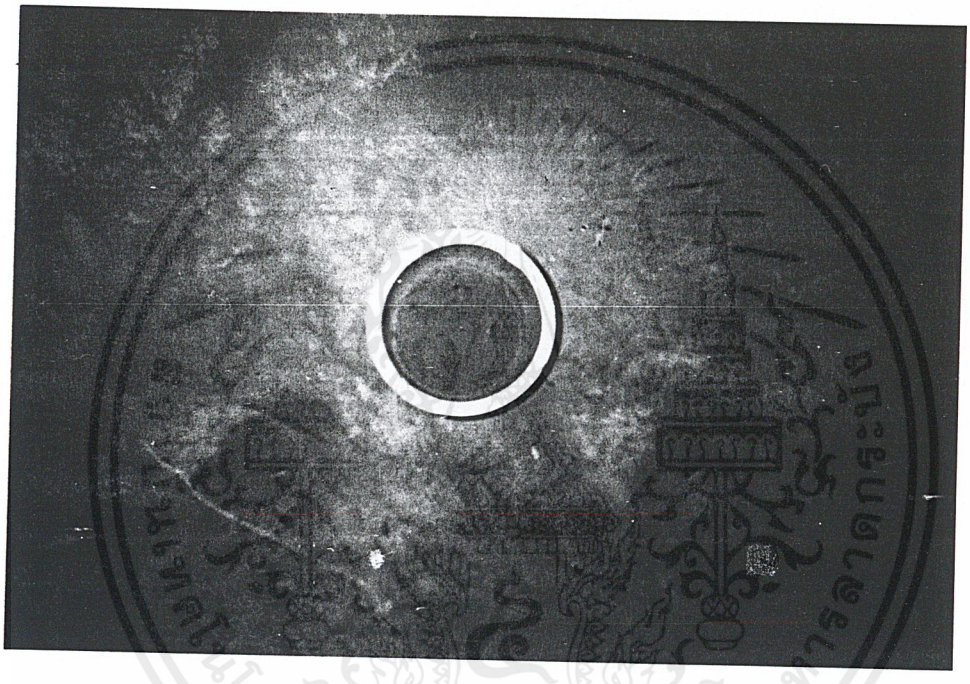
แสดงผิวคอนกรีตที่หล่อลงในฐานรับแรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3
แสดงการเตรียมตัวอย่างดินเหนียว

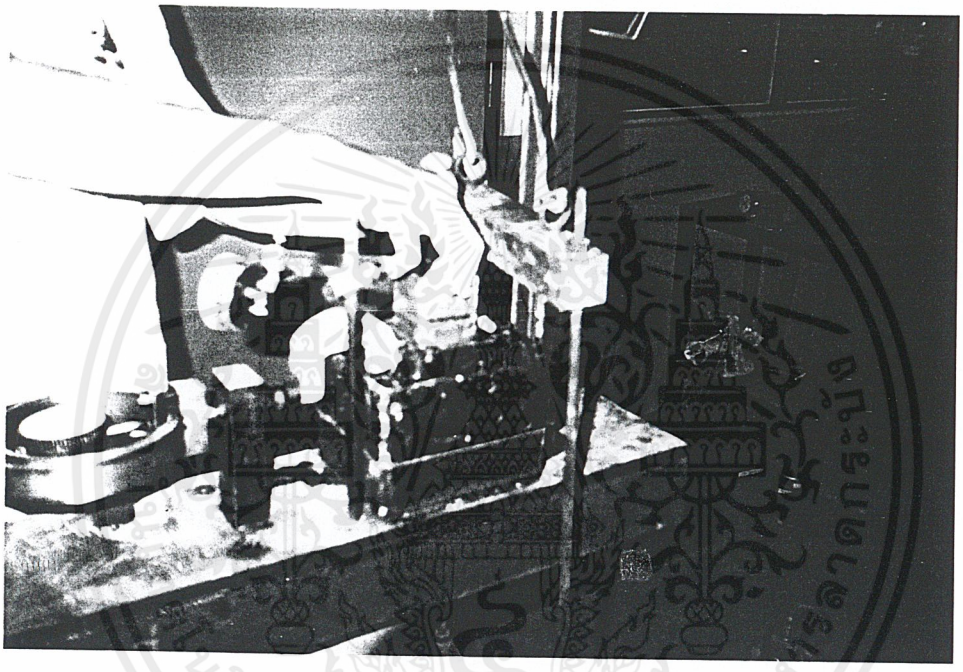
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4

แสดงดินเหนียวอบแห้งและบดอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5

แสดงการบรรจุตัวอย่างลงในกล่องรับแรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6

แสดงการเก็บตัวอย่างดินเหนียวก่อนทำการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วรากร ไม้เรียง , จิรพัฒน์ โชติกไกร , ประทีป ดวงเดือน , 2525 , " ปฐพีกลศาสตร์ ทฤษฎีและปฏิบัติการ " , พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพมหานคร , สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

2. สถาพร คูวิจิตรจารุ , 2541, " ทดลองปฐพีกลศาสตร์ " , LIBRARY NINE PUBLISHING , พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร , พิมพ์ที่ รุ่งแสงการพิมพ์

3. วรรณี ศุขศาตร , 2537, " วิศวกรรมฐานราก " , พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร ,สำนักพิมพ์โฟร์เพซ

4. ชัย มุกตพันธุ์ , คาซูโตะ นาคาซาวา , 2540 , " ปฐพีกลศาสตร์และวิศวกรรมฐานราก " , พิมพ์ครั้งที่ 4 , กรุงเทพมหานคร , สำนักพิมพ์ดวงกมล

5. มานะ อภิพัฒนะมนตรี , 2537, " วิศวกรรมปฐพีและฐานราก " , พิมพ์ครั้งที่ 5 , กรุงเทพมหานคร, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

6. บุญเทพ นาเนกรังสรรค์ , 2541, " FOUNDATION ENGINEERING AND TUNNELLING " , พิมพ์ครั้งที่ 1, พิมพ์ที่ รุ่งแสงการพิมพ์ , กรุงเทพมหานคร, LIBRARY NINE PUBLISHING

7. ธีรพงษ์ เมธะพันธุ์ , 2535 , " การศึกษาพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มขนาดเล็กเมื่อมีการเจาะนำ " , วิทยานิพนธ์ , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางบันทึกผลการทดสอบดิน และกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบดินเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Dark Clay		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	72.95	g.	Water Content	71	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.23	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.85	26.06	0.069
20	1.07	26.06	0.087
30	1.20	26.06	0.098
40	1.33	26.06	0.109
50	1.36	26.06	0.111
60	1.37	26.06	0.112
70	1.37	26.06	0.112
80	1.40	26.06	0.114
90	1.43	26.06	0.117
100	1.45	26.06	0.119
110	1.45	26.06	0.119
120	1.48	26.06	0.121
130	1.48	26.06	0.121
140	1.42	26.06	0.116
150	1.38	26.06	0.113
160	1.35	26.06	0.110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dark Clay				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.18	g.	Water Content	71	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.22	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.00	26.06	0.082
20	1.24	26.06	0.101
30	1.35	26.06	0.110
40	1.48	26.06	0.121
50	1.53	26.06	0.125
60	1.57	26.06	0.128
70	1.55	26.06	0.127
80	1.61	26.06	0.132
90	1.67	26.06	0.136
100	1.77	26.06	0.145
110	1.83	26.06	0.150
120	1.83	26.06	0.150
130	1.83	26.06	0.150
140	1.85	26.06	0.151
150	1.83	26.06	0.150
160	1.83	26.06	0.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dark Clay				

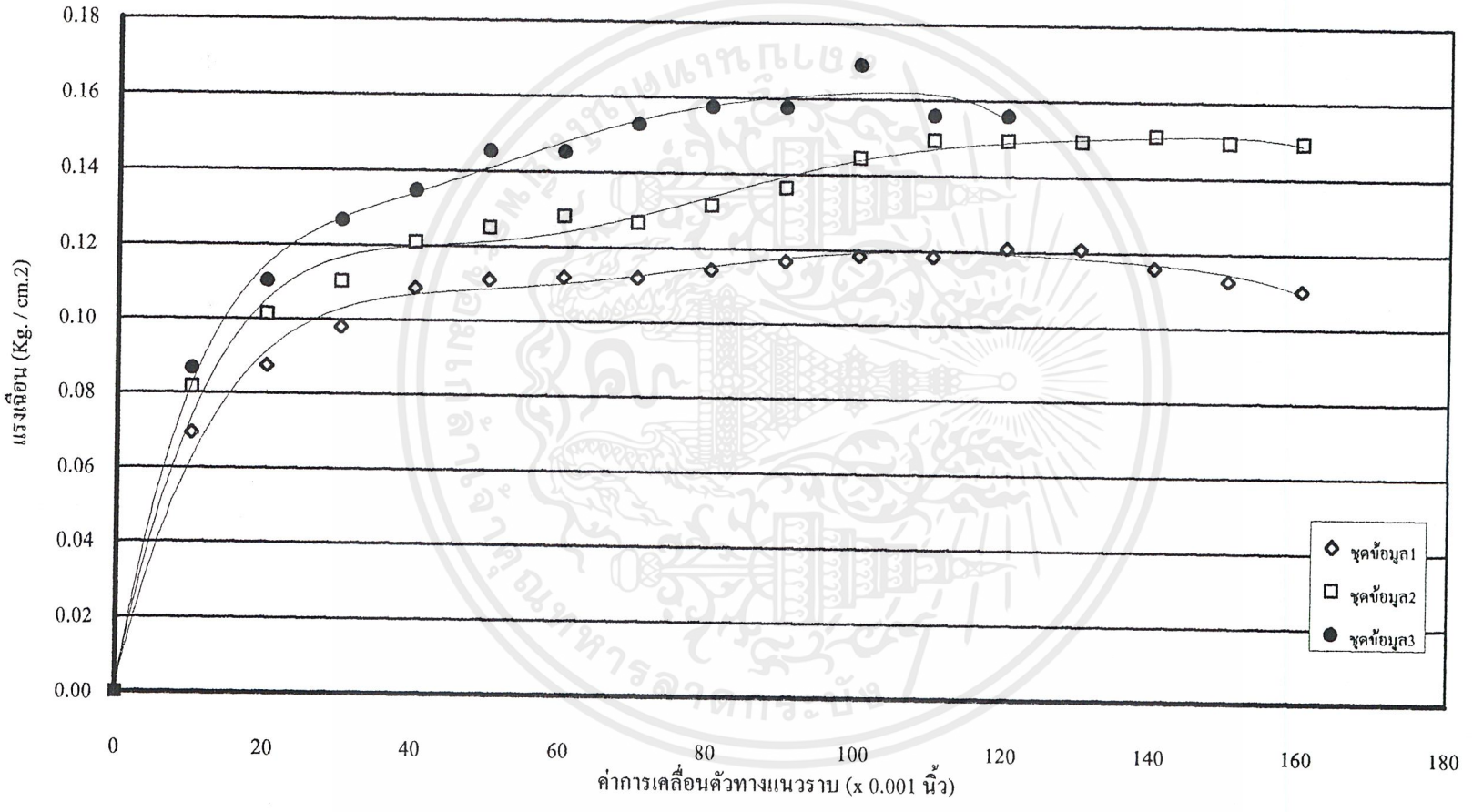
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.84	g.	Water Content	64	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.37	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.06	26.06	0.087
20	1.35	26.06	0.110
30	1.55	26.06	0.127
40	1.65	26.06	0.135
50	1.78	26.06	0.145
60	1.78	26.06	0.145
70	1.87	26.06	0.153
80	1.93	26.06	0.158
90	1.93	26.06	0.158
100	2.07	26.06	0.169
110	1.91	26.06	0.156
120	1.91	26.06	0.156
130	1.85	26.06	0.151
140	1.82	26.06	0.149
150	1.82	26.06	0.149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว



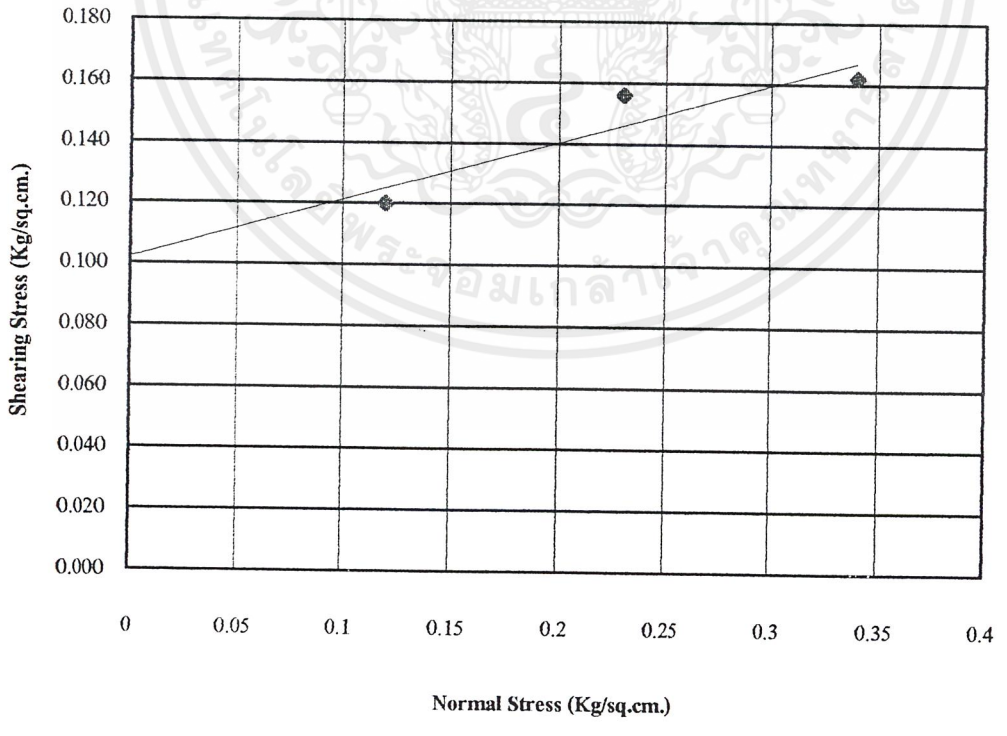
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Dark Clay

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	70.9	0.12	0.120
2	70.9	0.23	0.156
3	64.3	0.34	0.162
ความชื้นเฉลี่ย =	68.7 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว



ค่า ϕ = 10.66 องศา ค่า C = 0.103 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dark Clay		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	72.1	g.	Water Content	76	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.22	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.92	26.06	0.075
20	0.95	26.06	0.078
30	1.07	26.06	0.087
40	1.12	26.06	0.092
50	1.20	26.06	0.098
60	1.28	26.06	0.105
70	1.40	26.06	0.114
80	1.48	26.06	0.121
90	1.48	26.06	0.121
100	1.52	26.06	0.124
110	1.53	26.06	0.125
120	1.53	26.06	0.125
130	1.48	26.06	0.121
140	1.47	26.06	0.120
150	1.38	26.06	0.113
160	1.33	26.06	0.109
170	1.26	26.06	0.103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dark Clay				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	72.37	g.	Water Content	73	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.32	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.88	26.06	0.072
20	1.07	26.06	0.087
30	1.25	26.06	0.102
40	1.42	26.06	0.116
50	1.48	26.06	0.121
60	1.60	26.06	0.131
70	1.70	26.06	0.139
80	1.82	26.06	0.149
90	1.82	26.06	0.149
100	1.89	26.06	0.154
110	1.94	26.06	0.159
120	2.09	26.06	0.171
130	2.02	26.06	0.165
140	1.93	26.06	0.158
150	1.88	26.06	0.154
160	1.85	26.06	0.151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

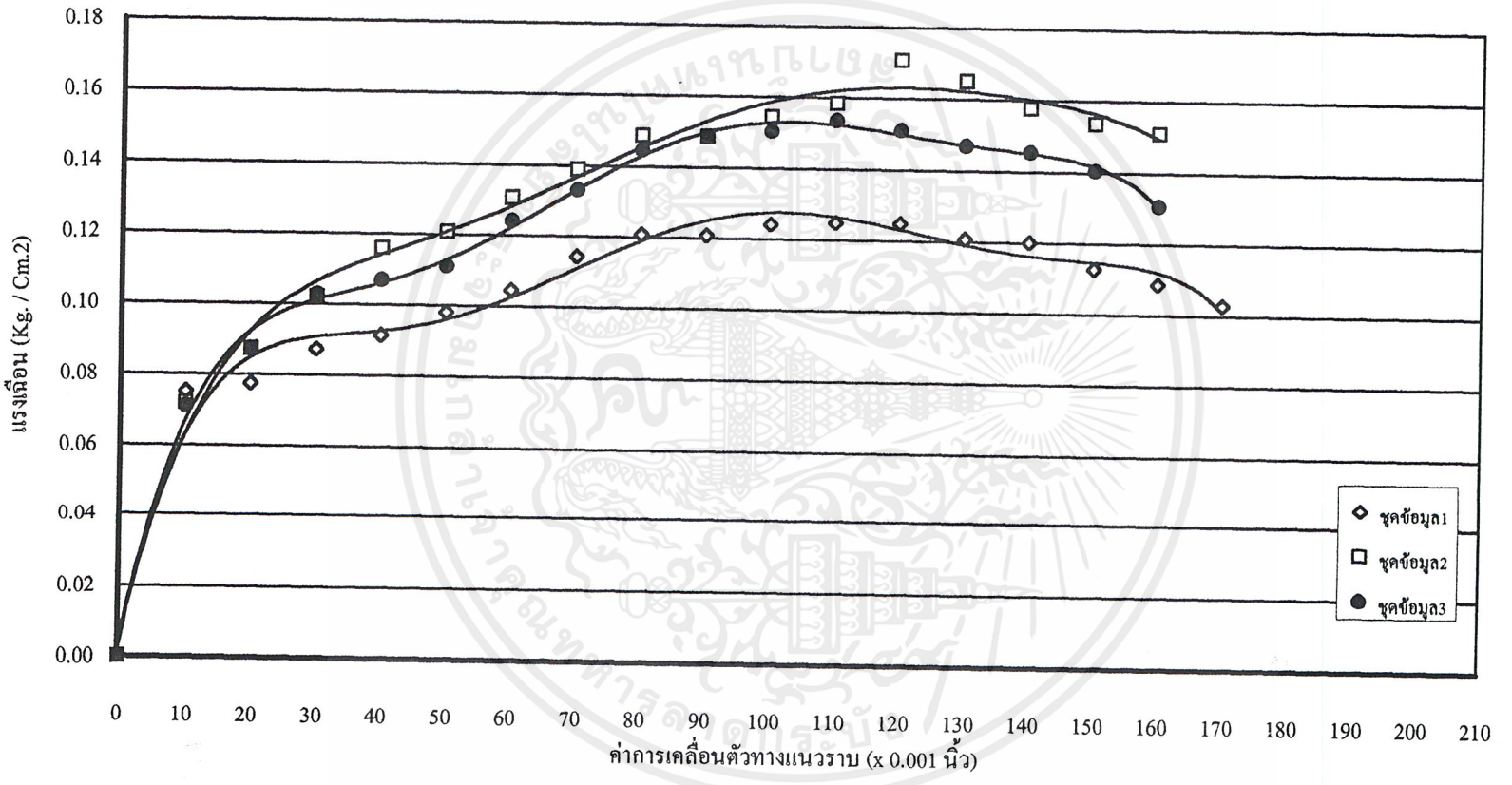
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dark Clay				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	77.87	g.	Water Content	52	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.35	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.87	26.06	0.071
20	1.07	26.06	0.087
30	1.26	26.06	0.103
40	1.31	26.06	0.107
50	1.36	26.06	0.111
60	1.52	26.06	0.124
70	1.63	26.06	0.133
80	1.77	26.06	0.145
90	1.82	26.06	0.149
100	1.84	26.06	0.150
110	1.88	26.06	0.154
120	1.85	26.06	0.151
130	1.80	26.06	0.147
140	1.78	26.06	0.145
150	1.72	26.06	0.141
160	1.60	26.06	0.131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว



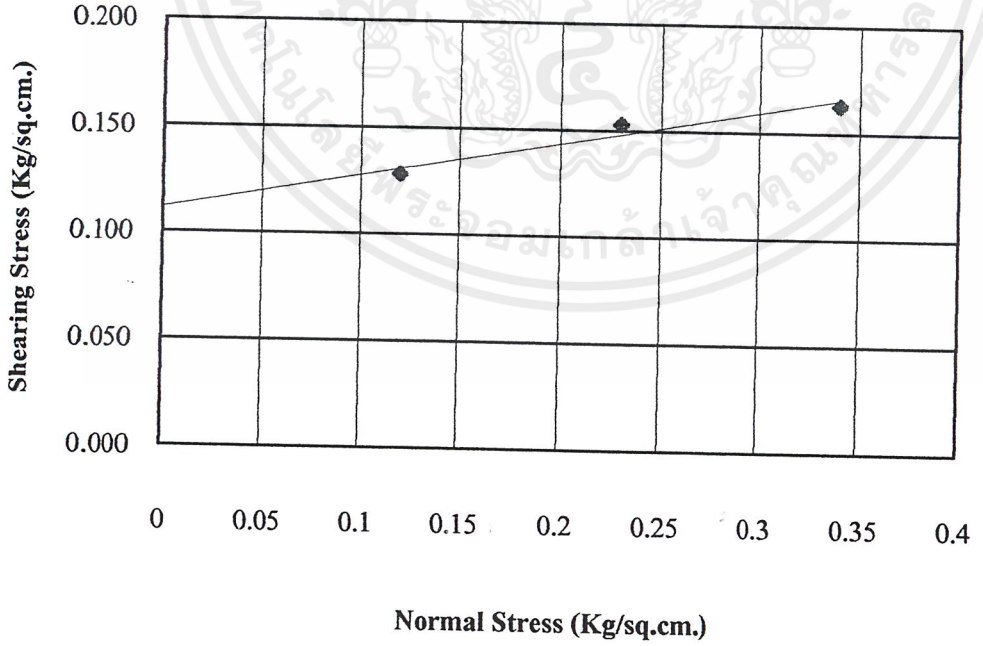
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Dark Clay

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	75.5	0.12	0.128
2	72.8	0.23	0.153
3	52.0	0.34	0.163
ความชื้นเฉลี่ย =	66.8 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว



ค่า ϕ = 9.2 องศา ค่า C = 0.11 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Dark Clay		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	67.58	g.	Water Content	58	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.11	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.75	26.06	0.061
20	0.80	26.06	0.065
30	0.95	26.06	0.078
40	1.06	26.06	0.087
50	1.14	26.06	0.093
60	1.23	26.06	0.101
70	1.31	26.06	0.107
80	1.42	26.06	0.116
90	1.35	26.06	0.110
100	1.40	26.06	0.114
110	1.46	26.06	0.119
120	1.50	26.06	0.123
130	1.55	26.06	0.127
140	1.58	26.06	0.129
150	1.60	26.06	0.131
160	1.75	26.06	0.143
170	1.72	26.06	0.141
180	1.60	26.06	0.131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dark Clay				

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	77.9	g.	Water Content	64	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.18	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.00	26.06	0.082
20	1.30	26.06	0.106
30	1.55	26.06	0.127
40	1.68	26.06	0.137
50	1.85	26.06	0.151
60	1.98	26.06	0.162
70	2.15	26.06	0.176
80	2.18	26.06	0.178
90	2.22	26.06	0.181
100	2.32	26.06	0.190
110	2.37	26.06	0.194
120	2.38	26.06	0.195
130	2.45	26.06	0.200
140	2.42	26.06	0.198
150	2.38	26.06	0.195
160	2.42	26.06	0.198
170	2.43	26.06	0.199
180	2.38	26.06	0.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

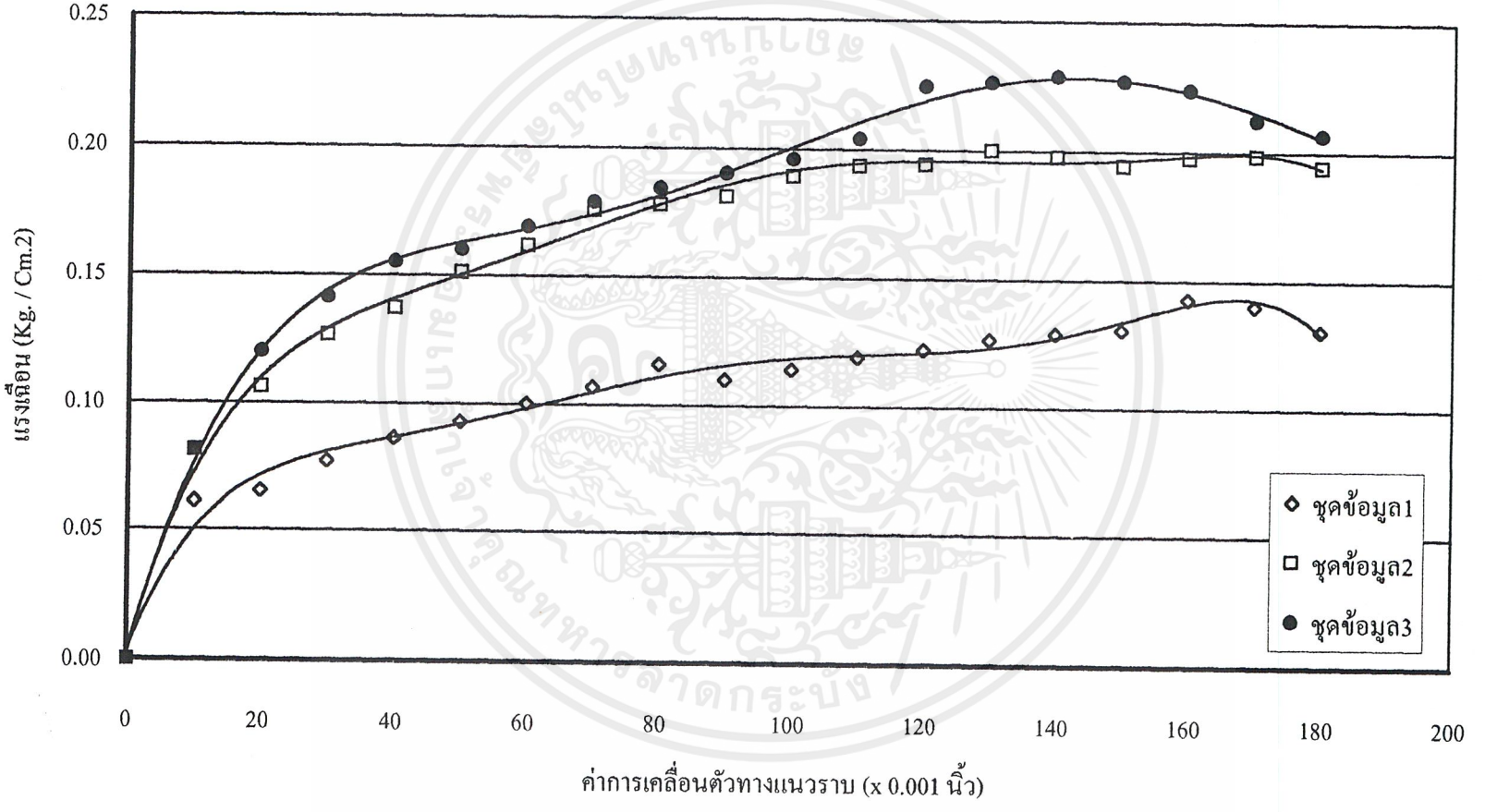
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dark Clay				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	75.69	g.	Water Content	92	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.25	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.00	26.06	0.082
20	1.47	26.06	0.120
30	1.73	26.06	0.141
40	1.90	26.06	0.155
50	1.96	26.06	0.160
60	2.07	26.06	0.169
70	2.19	26.06	0.179
80	2.26	26.06	0.185
90	2.33	26.06	0.190
100	2.40	26.06	0.196
110	2.50	26.06	0.204
120	2.75	26.06	0.225
130	2.77	26.06	0.226
140	2.80	26.06	0.229
150	2.78	26.06	0.227
160	2.74	26.06	0.224
170	2.60	26.06	0.212
180	2.53	26.06	0.207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว



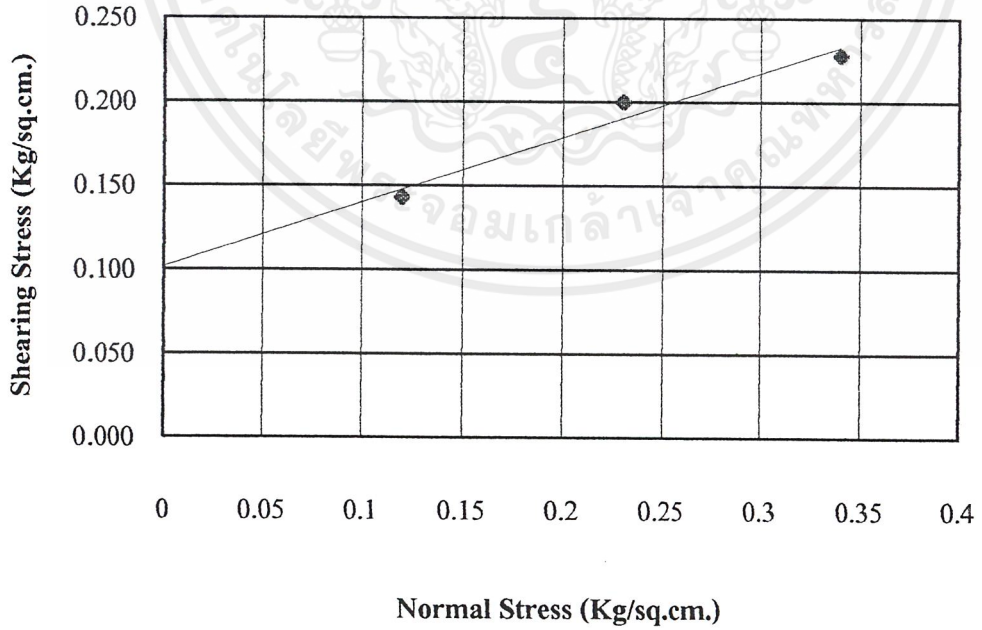
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Dark Clay

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	58.0	0.12	0.143
2	64.1	0.23	0.200
3	91.6	0.34	0.228
ความชื้นเฉลี่ย =	71.2 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว



ค่า ϕ =	21.22 องศา	ค่า C =	0.101 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทรายแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Dry Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	82.02	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.98	26.06	0.080
20	1.31	26.06	0.107
30	1.62	26.06	0.132
40	1.79	26.06	0.146
50	1.93	26.06	0.158
60	1.86	26.06	0.152
70	1.76	26.06	0.144
80	1.72	26.06	0.141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dry Sand				

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	87.92	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.22	26.06	0.100
20	1.65	26.06	0.135
30	2.34	26.06	0.191
40	2.68	26.06	0.219
50	2.75	26.06	0.225
60	2.90	26.06	0.237
70	3.10	26.06	0.253
80	3.22	26.06	0.263
90	3.46	26.06	0.283
100	3.13	26.06	0.256
110	3.10	26.06	0.253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dry Sand				

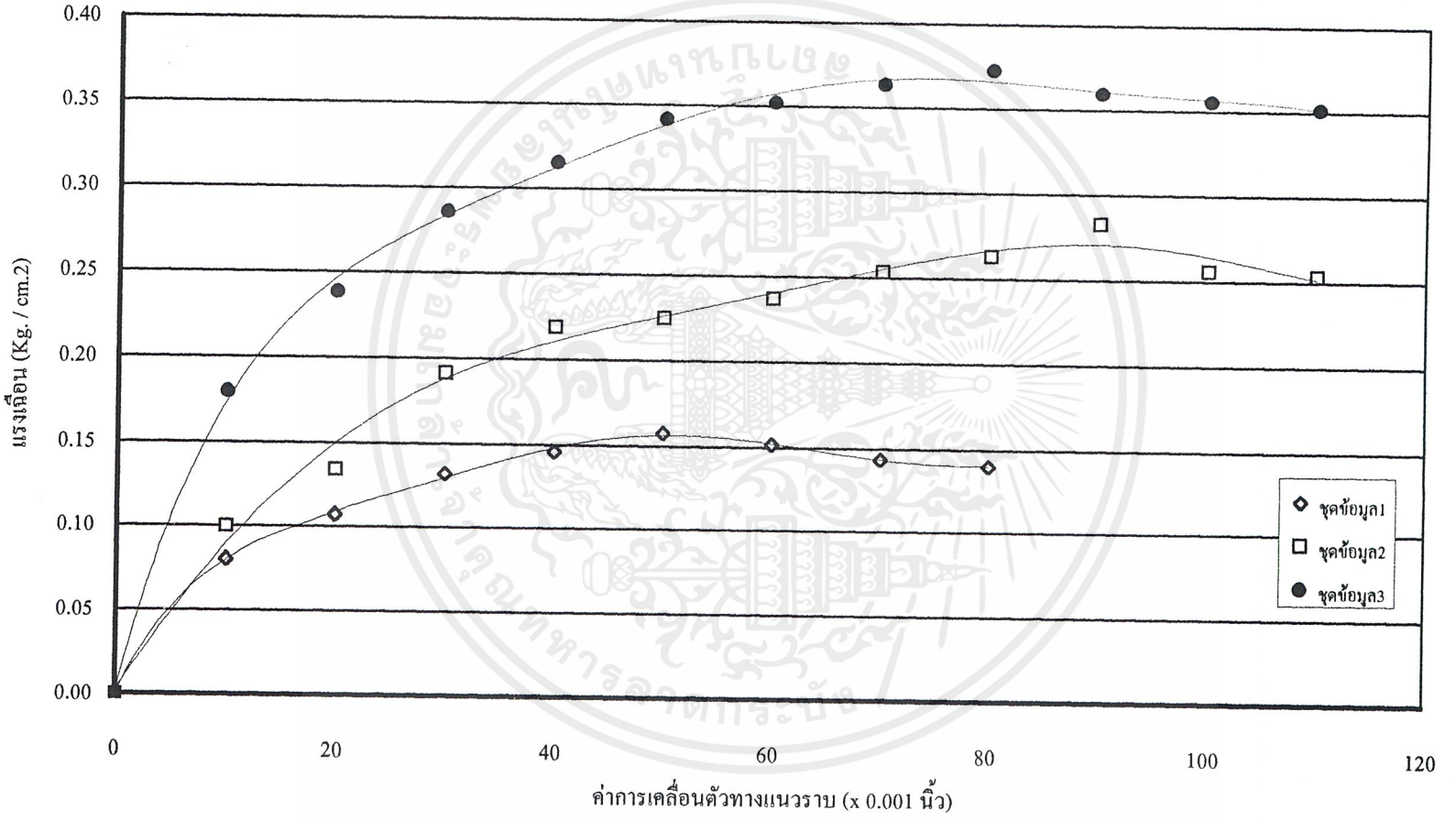
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	87.98	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.20	26.06	0.180
20	2.92	26.06	0.239
30	3.50	26.06	0.286
40	3.86	26.06	0.315
50	4.18	26.06	0.342
60	4.31	26.06	0.352
70	4.45	26.06	0.364
80	4.56	26.06	0.373
90	4.40	26.06	0.360
100	4.35	26.06	0.356
110	4.30	26.06	0.351

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้ง



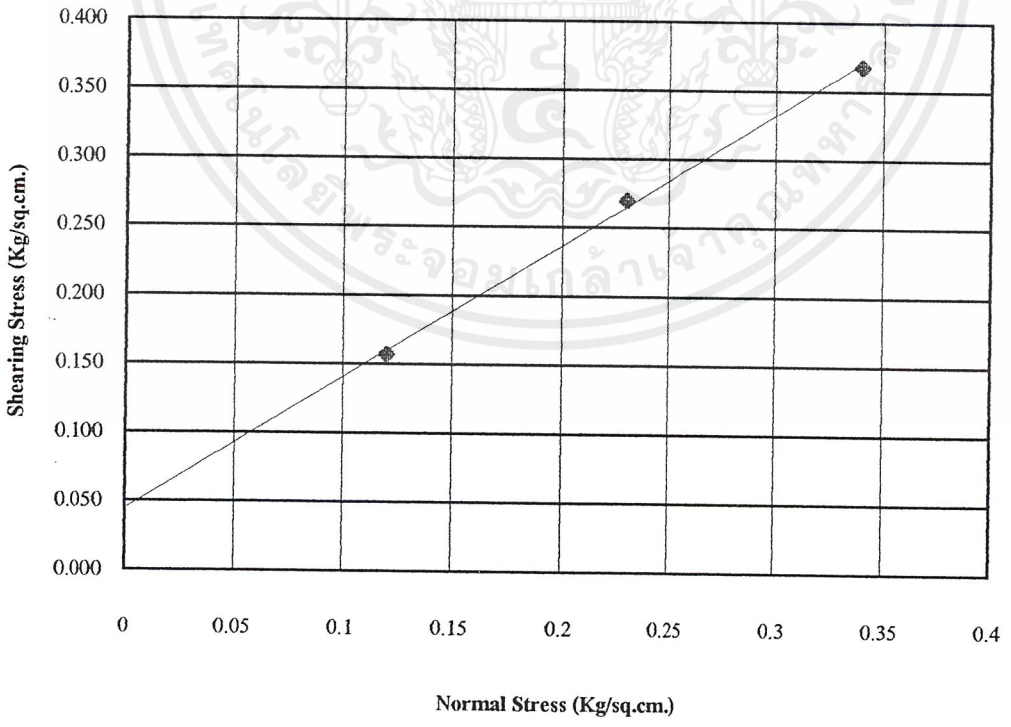
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Dry Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.157
2	0.0	0.23	0.270
3	0.0	0.34	0.368
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้ง



ค่า ϕ = 43.71 องศา ค่า C = 0.045 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dry Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.58	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.29	26.06	0.105
20	1.60	26.06	0.131
30	1.80	26.06	0.147
40	1.90	26.06	0.155
50	1.95	26.06	0.159
60	2.05	26.06	0.168
70	2.15	26.06	0.176
80	2.20	26.06	0.180
90	2.25	26.06	0.184
100	2.18	26.06	0.178
110	2.06	26.06	0.168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dry Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	82.9	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.32	26.06	0.108
20	1.80	26.06	0.147
30	2.30	26.06	0.188
40	2.68	26.06	0.219
50	2.98	26.06	0.244
60	3.05	26.06	0.249
70	3.12	26.06	0.255
80	3.20	26.06	0.262
90	3.30	26.06	0.270
100	3.20	26.06	0.262
110	3.20	26.06	0.262
120	3.05	26.06	0.249

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dry Sand		

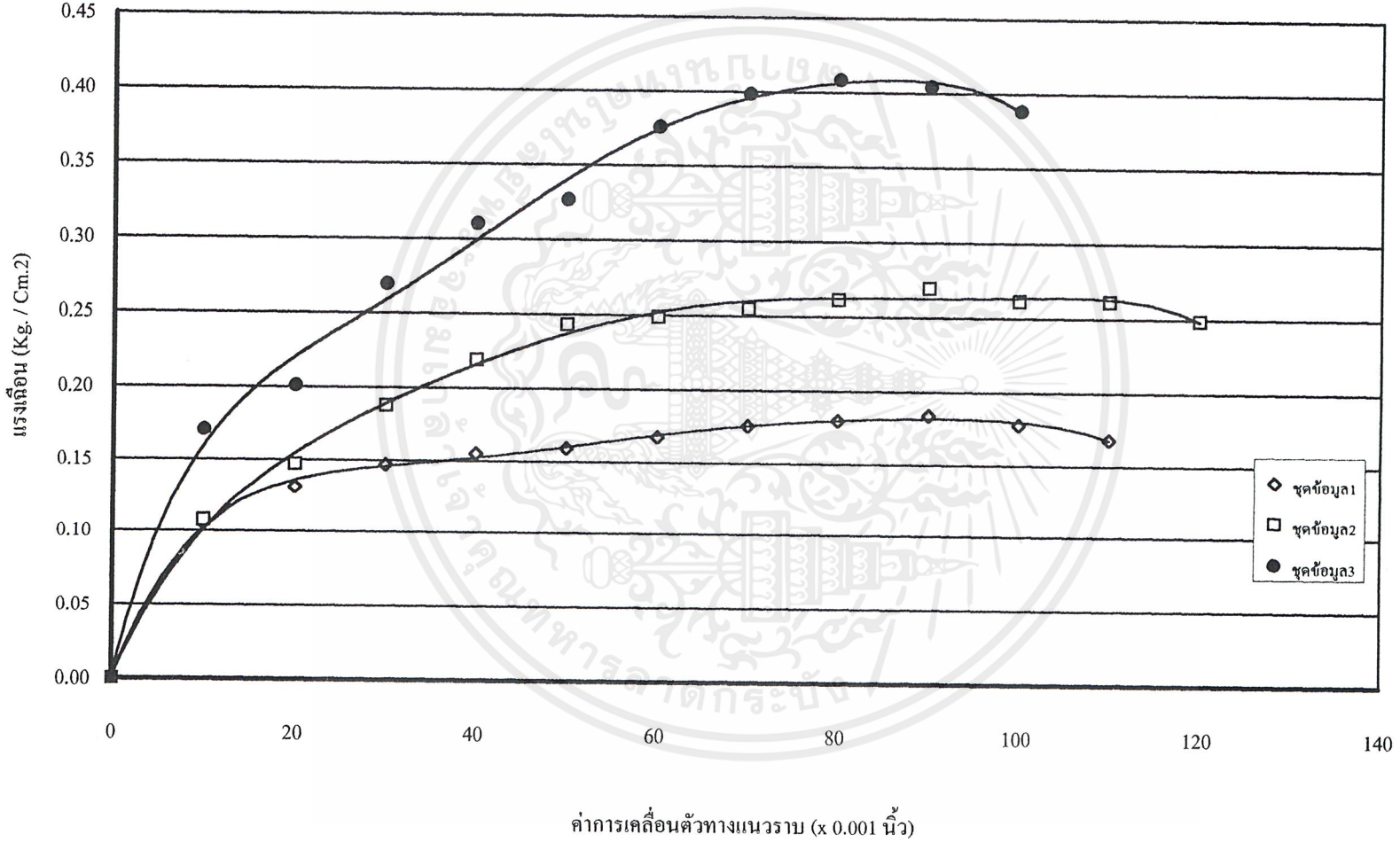
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	74.66	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.09	26.06	0.171
20	2.46	26.06	0.201
30	3.30	26.06	0.270
40	3.80	26.06	0.311
50	4.00	26.06	0.327
60	4.60	26.06	0.376
70	4.88	26.06	0.399
80	5.00	26.06	0.409
90	4.95	26.06	0.405
100	4.75	26.06	0.388

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้ง



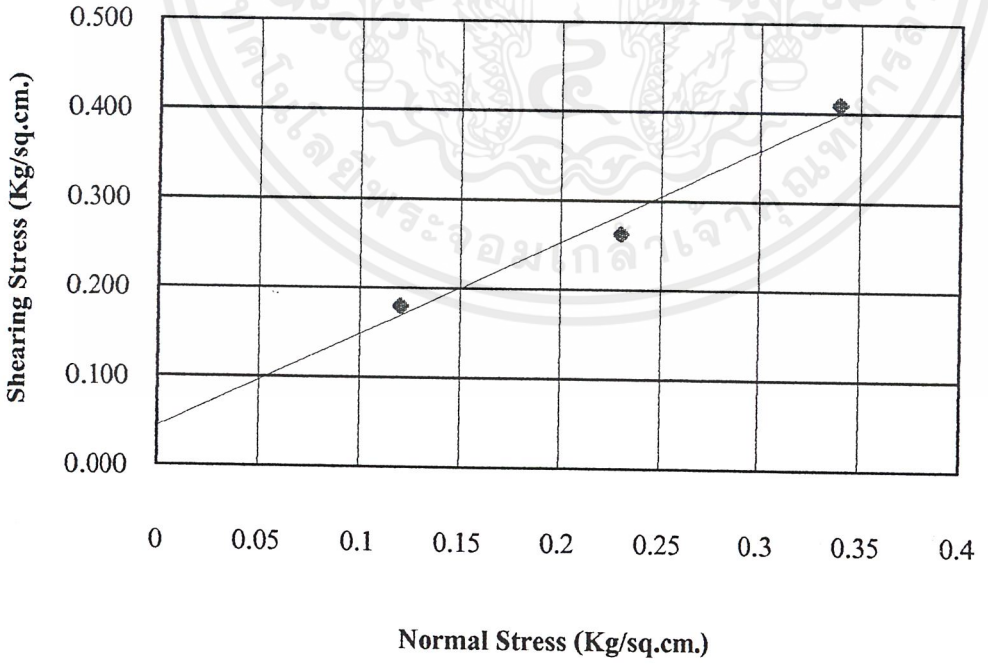
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Dry Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.180
2	0.0	0.23	0.263
3	0.0	0.34	0.410
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้ง



ค่า ϕ = 45 องศา ค่า C = 0.05 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dry Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	93.03	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.80	26.06	0.065
20	1.23	26.06	0.101
30	1.49	26.06	0.122
40	1.55	26.06	0.127
50	1.80	26.06	0.147
60	2.00	26.06	0.163
70	2.17	26.06	0.177
80	2.20	26.06	0.180
90	2.03	26.06	0.166
100	1.99	26.06	0.163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Dry Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	78.71	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.40	26.06	0.114
20	1.76	26.06	0.144
30	2.00	26.06	0.163
40	2.20	26.06	0.180
50	2.46	26.06	0.201
60	3.00	26.06	0.245
70	3.02	26.06	0.247
80	1.95	26.06	0.159
90	1.70	26.06	0.139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

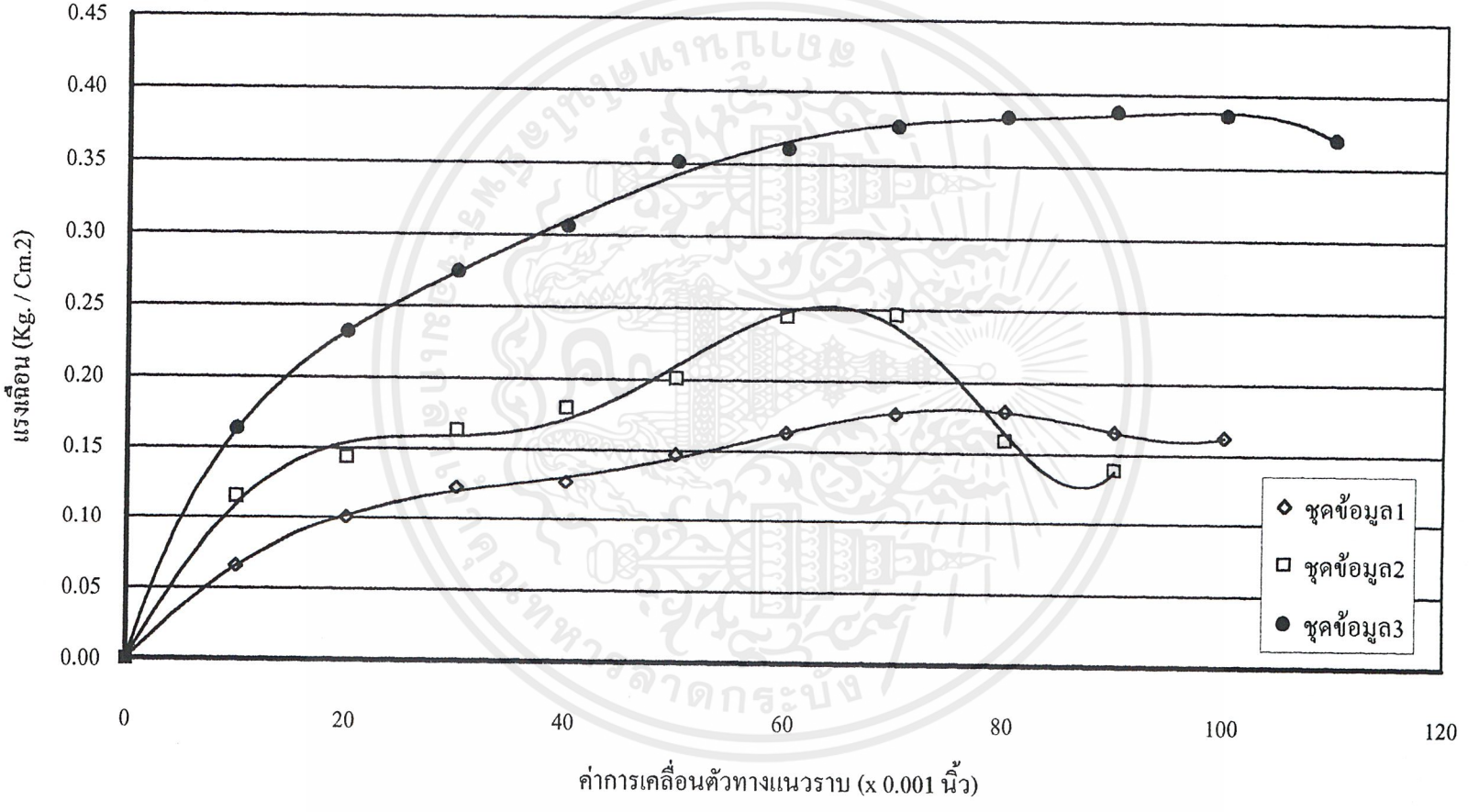
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dry Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	80.2	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.00	26.06	0.163
20	2.84	26.06	0.232
30	3.36	26.06	0.275
40	3.75	26.06	0.306
50	4.30	26.06	0.351
60	4.42	26.06	0.361
70	4.61	26.06	0.377
80	4.70	26.06	0.384
90	4.75	26.06	0.388
100	4.73	26.06	0.387
110	4.53	26.06	0.370

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้ง



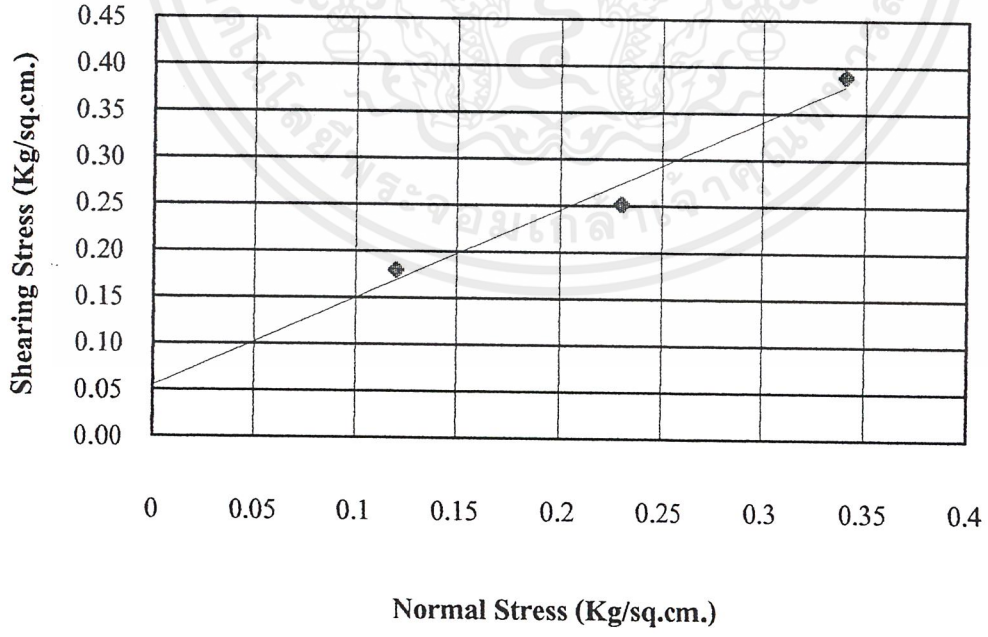
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Dry Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.180
2	0.0	0.23	0.252
3	0.0	0.34	0.390
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้ง



ค่า ϕ = 43.71 องศา	ค่า C = 0.055 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทรายเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Wet Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	120.3	g.	Water Content	46.7	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.80	26.06	0.065
20	1.15	26.06	0.094
30	1.40	26.06	0.114
40	1.59	26.06	0.130
50	1.79	26.06	0.146
60	1.93	26.06	0.158
70	2.05	26.06	0.168
80	2.20	26.06	0.180
90	2.00	26.06	0.163
100	1.98	26.06	0.162
110	1.85	26.06	0.151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Wet Sand				

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	115.17	g.	Water Content	26.2	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.30	26.06	0.106
20	1.75	26.06	0.143
30	2.07	26.06	0.169
40	2.30	26.06	0.188
50	2.53	26.06	0.207
60	2.82	26.06	0.230
70	2.90	26.06	0.237
80	2.86	26.06	0.234
90	2.72	26.06	0.222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Wet Sand		

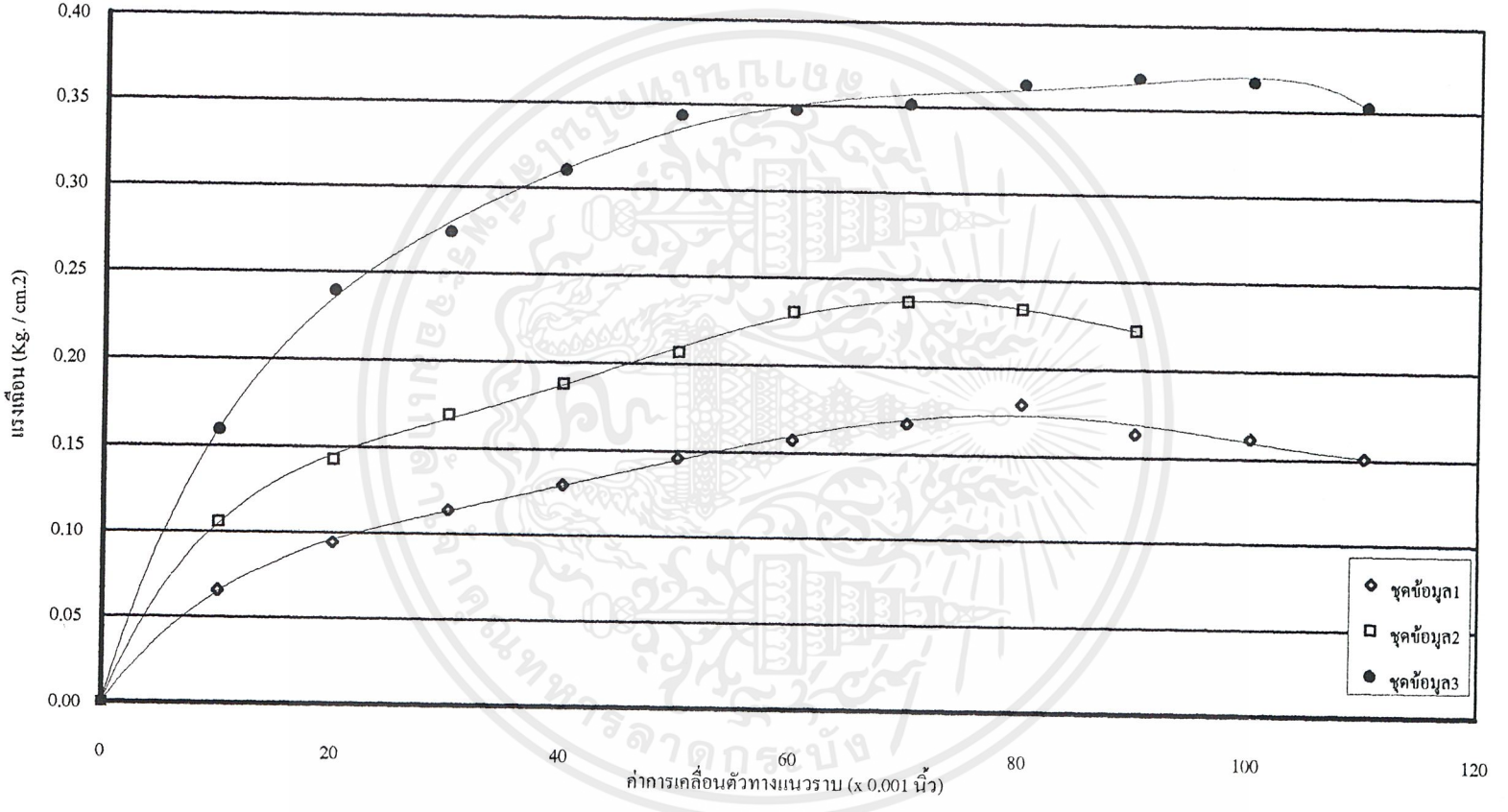
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	114.75	g.	Water Content	27.1	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.95	26.06	0.159
20	2.93	26.06	0.239
30	3.35	26.06	0.274
40	3.80	26.06	0.311
50	4.20	26.06	0.343
60	4.25	26.06	0.347
70	4.30	26.06	0.351
80	4.45	26.06	0.364
90	4.51	26.06	0.369
100	4.49	26.06	0.367
110	4.32	26.06	0.353

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายเปียก



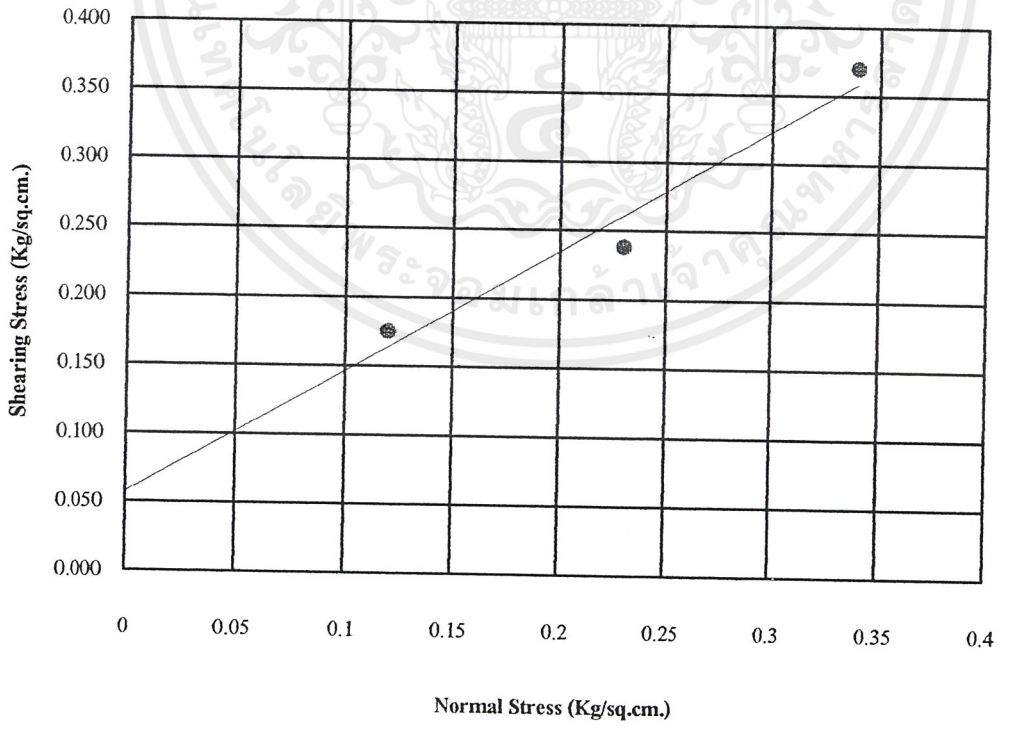
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Wet Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	46.7	0.12	0.175
2	26.2	0.23	0.238
3	27.1	0.34	0.370
ความชื้นเฉลี่ย =	33.3 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียก



ค่า ϕ = 41.52 องศา ค่า C = 0.057 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Wet Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	121.1	g.	Water Content	21.2	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.90	26.06	0.074
20	0.95	26.06	0.078
30	1.94	26.06	0.159
40	2.20	26.06	0.180
50	2.25	26.06	0.184
60	2.25	26.06	0.184
70	2.30	26.06	0.188
80	2.35	26.06	0.192
90	2.30	26.06	0.188
100	2.30	26.06	0.188
110	2.25	26.06	0.184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Wet Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	118.15	g.	Water Content	44.9	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.58	26.06	0.129
20	2.20	26.06	0.180
30	2.67	26.06	0.218
40	2.85	26.06	0.233
50	3.08	26.06	0.252
60	3.24	26.06	0.265
70	3.30	26.06	0.270
80	3.35	26.06	0.274
90	3.30	26.06	0.270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Wet Sand		

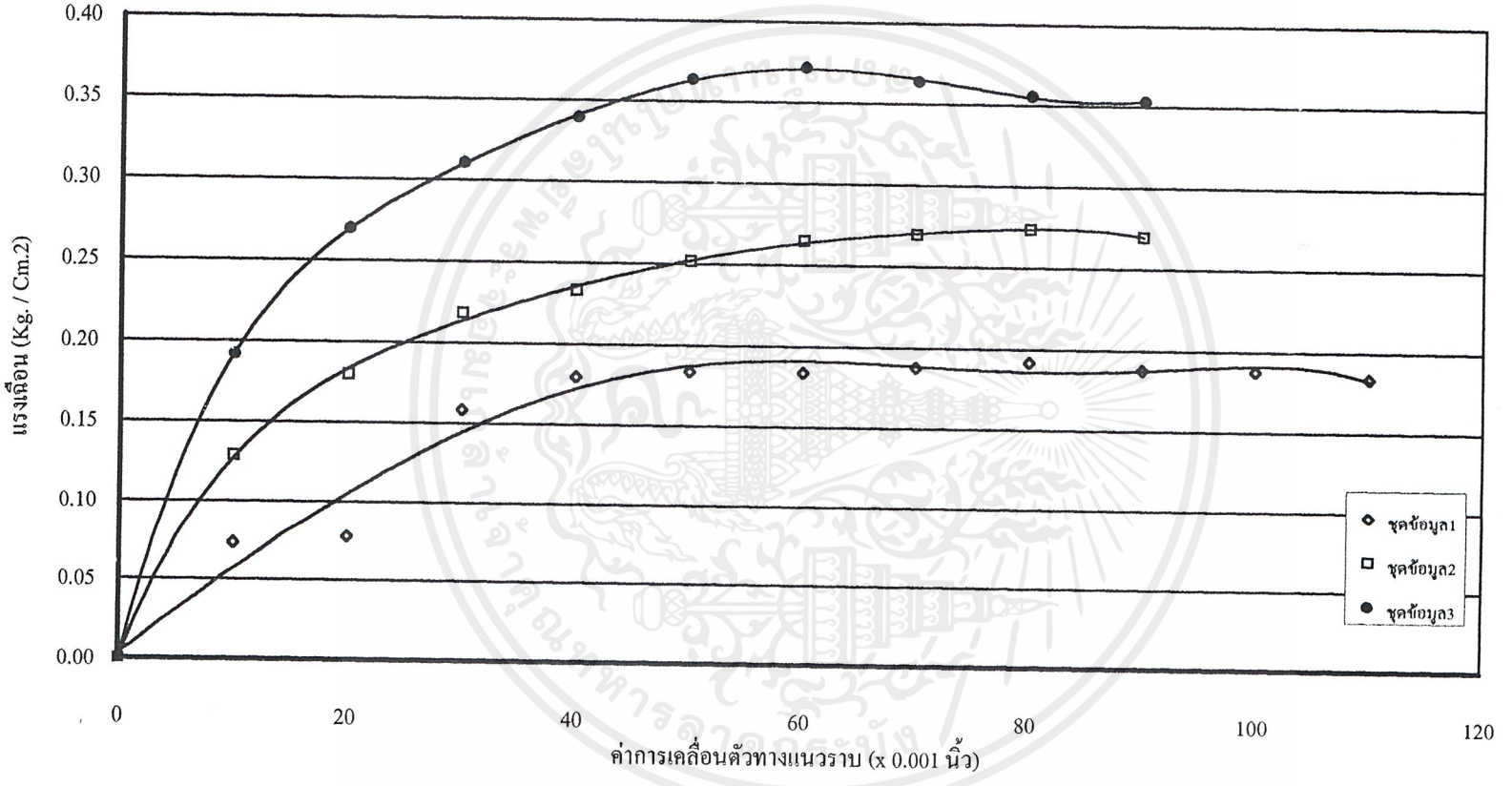
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	120.04	g.	Water Content	21.4	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.35	26.06	0.192
20	3.30	26.06	0.270
30	3.80	26.06	0.311
40	4.15	26.06	0.339
50	4.45	26.06	0.364
60	4.55	26.06	0.372
70	4.45	26.06	0.364
80	4.35	26.06	0.356
90	4.32	26.06	0.353

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายเปียก



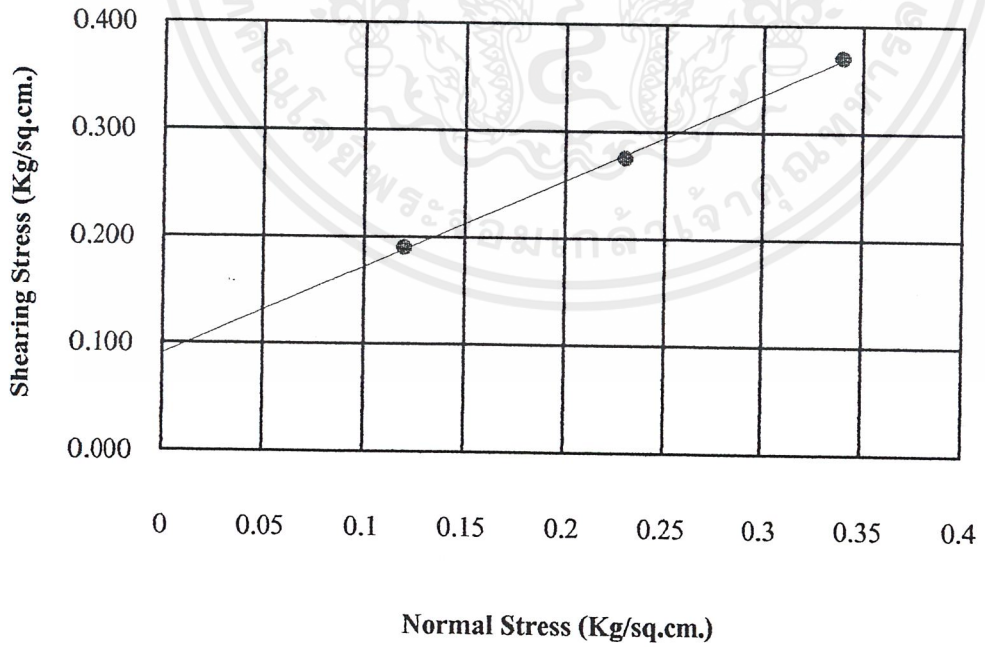
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Wet Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	21.2	0.12	0.190
2	44.9	0.23	0.275
3	21.4	0.34	0.370
ความชื้นเฉลี่ย =	29.2 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียก



ค่า ϕ = 39.5 องศา ค่า C = 0.09 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Wet Sand		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	120.2	g.	Water Content	22.2	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.52	26.06	0.124
20	1.85	26.06	0.151
30	1.99	26.06	0.163
40	2.10	26.06	0.172
50	1.94	26.06	0.159
60	1.76	26.06	0.144
70	1.70	26.06	0.139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Wet Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	120.86	g.	Water Content	24.1	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.75	26.06	0.143
20	2.68	26.06	0.219
30	3.15	26.06	0.257
40	3.37	26.06	0.275
50	3.53	26.06	0.289
60	3.55	26.06	0.290
70	3.62	26.06	0.296
80	3.70	26.06	0.302
90	3.60	26.06	0.294

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

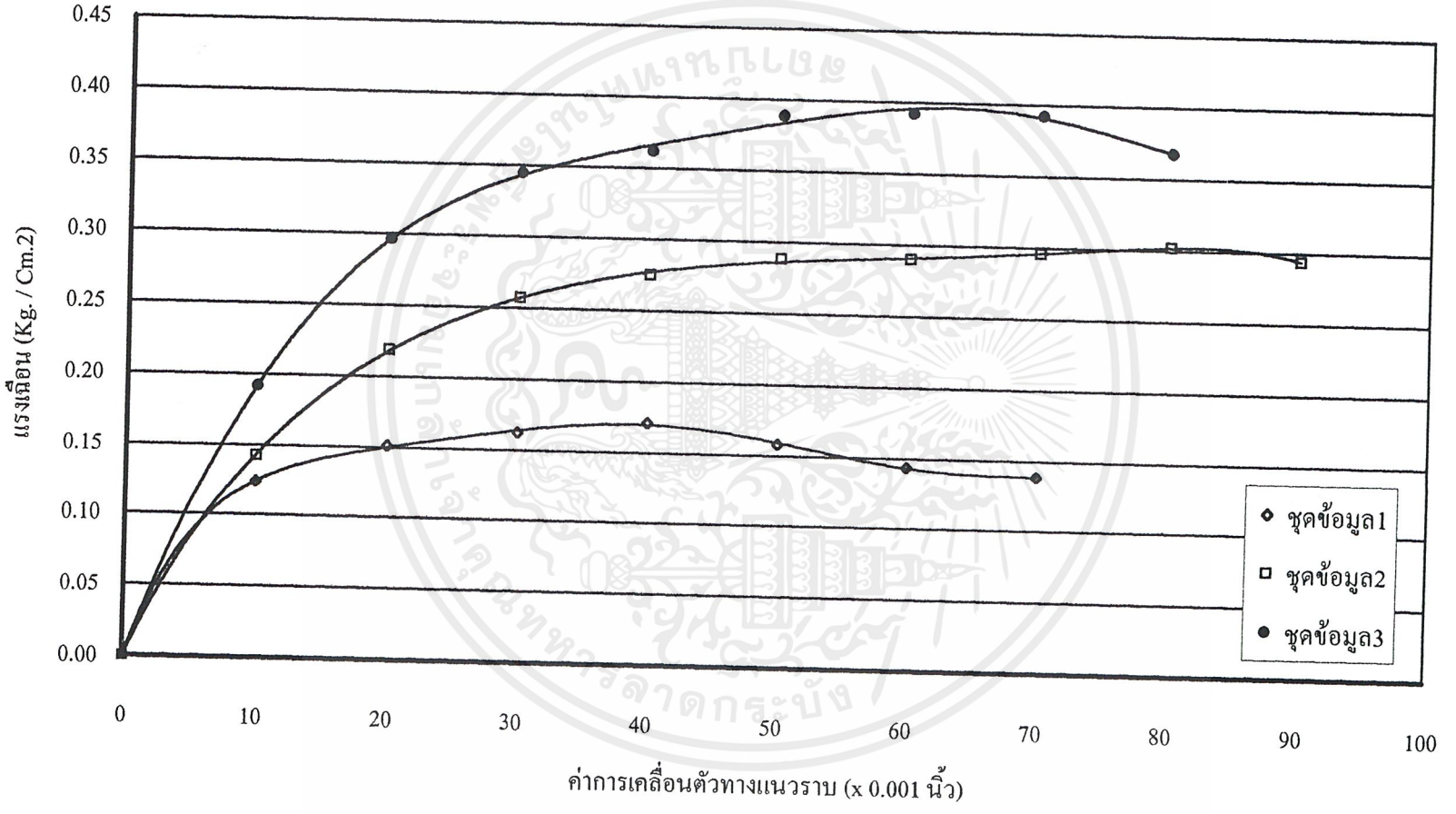
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Wet Sand				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	125.11	g.	Water Content	22.5	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.35	26.06	0.192
20	3.63	26.06	0.297
30	4.22	26.06	0.345
40	4.43	26.06	0.362
50	4.76	26.06	0.389
60	4.80	26.06	0.392
70	4.80	26.06	0.392
80	4.50	26.06	0.368

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายเปียก



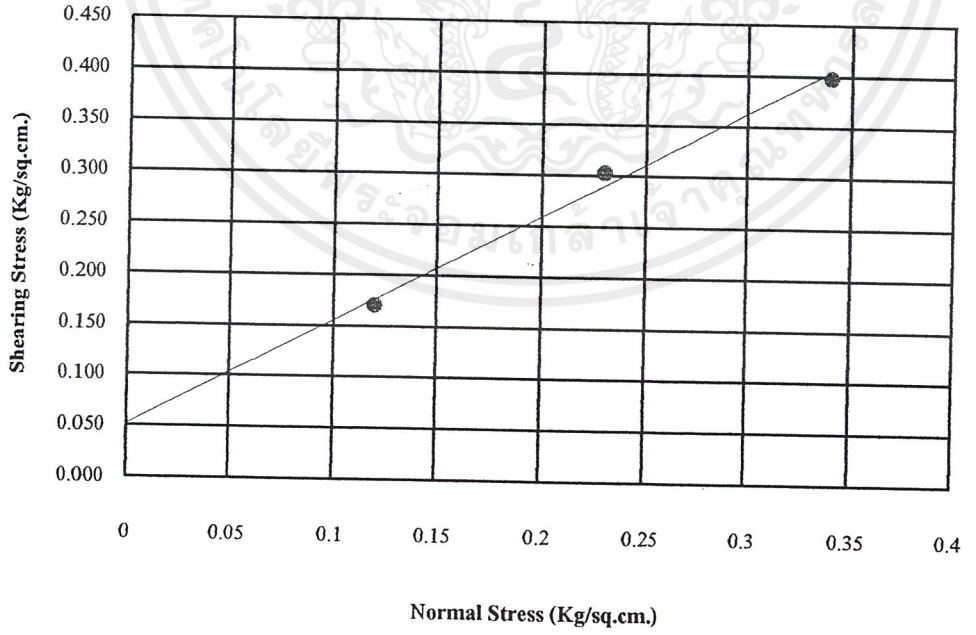
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Wet Sand

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	22.2	0.12	0.170
2	24.1	0.23	0.303
3	22.5	0.34	0.398
ความชื้นเฉลี่ย =	22.9 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียก



ค่า ϕ = 46.10 องศา ค่า C = 0.050 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบดินเหนียวกับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	68.36	g.	Water Content	105	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.27	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.42	26.06	0.034
20	0.50	26.06	0.041
30	0.50	26.06	0.041
40	0.65	26.06	0.053
50	0.72	26.06	0.059
60	0.75	26.06	0.061
70	0.95	26.06	0.078
80	1.05	26.06	0.086
90	1.02	26.06	0.083
100	1.05	26.06	0.086
110	1.05	26.06	0.086
120	1.08	26.06	0.088
130	1.12	26.06	0.092
140	1.10	26.06	0.090
150	1.08	26.06	0.088
160	1.35	26.06	0.110
170	1.00	26.06	0.082
180	1.00	26.06	0.082

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	(continue)
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	68.36	g.	Water Content	105	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.27	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
190	1.13	26.06	0.092
200	1.13	26.06	0.092
210	1.25	26.06	0.102
220	1.25	26.06	0.102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	66.75	g.	Water Content	101	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.27	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.02	26.06	0.083
20	1.15	26.06	0.094
30	1.30	26.06	0.106
40	1.43	26.06	0.117
50	1.55	26.06	0.127
60	1.67	26.06	0.136
70	1.74	26.06	0.142
80	1.78	26.06	0.145
90	1.85	26.06	0.151
100	1.96	26.06	0.160
110	2.03	26.06	0.166
120	1.96	26.06	0.160
130	2.05	26.06	0.168
140	2.02	26.06	0.165
150	2.12	26.06	0.173
160	2.13	26.06	0.174
170	2.17	26.06	0.177
180	2.22	26.06	0.181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang					
Location	Ladkrabang		Sample No.	1	(continue)
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	66.75	g.	Water Content	101	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.27	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
190	2.05	26.06	0.168
200	2.02	26.06	0.165
210	2.05	26.06	0.168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	70.15	g.	Water Content	95	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.32	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.06	26.06	0.087
20	1.22	26.06	0.100
30	1.40	26.06	0.114
40	1.51	26.06	0.123
50	1.65	26.06	0.135
60	1.68	26.06	0.137
70	1.75	26.06	0.143
80	1.93	26.06	0.158
90	2.00	26.06	0.163
100	2.10	26.06	0.172
110	2.18	26.06	0.178
120	2.50	26.06	0.204
130	2.09	26.06	0.171
140	2.17	26.06	0.177
150	2.20	26.06	0.180
160	2.23	26.06	0.182
170	2.22	26.06	0.181
180	2.32	26.06	0.190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1 (continue)

Soil Descriptio Dark Clay with Concrete

Sample Data :

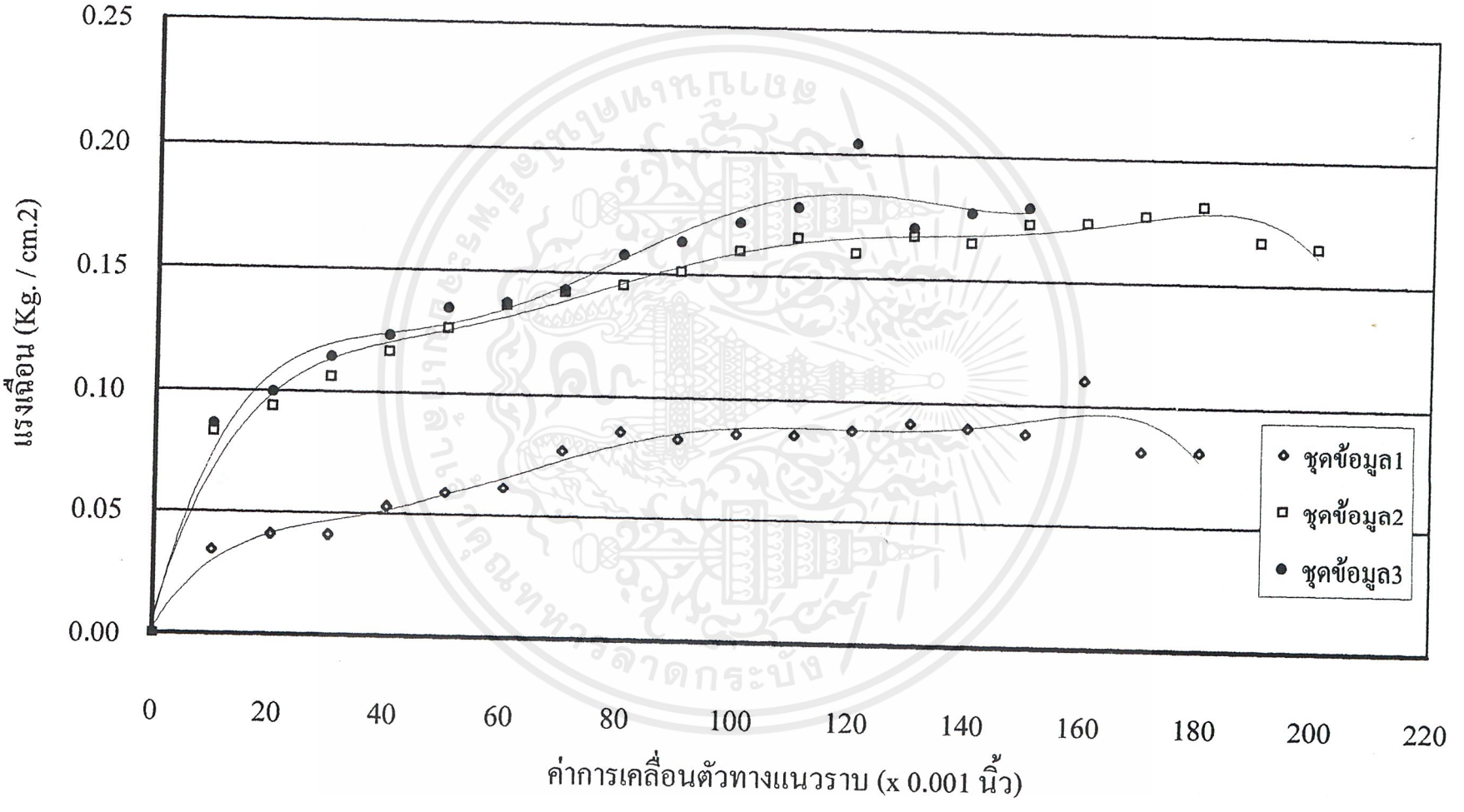
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	70.15	g.	Water Content	95	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.32	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
190	2.36	26.06	0.193
200	2.38	26.06	0.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียวกับคอนกรีต



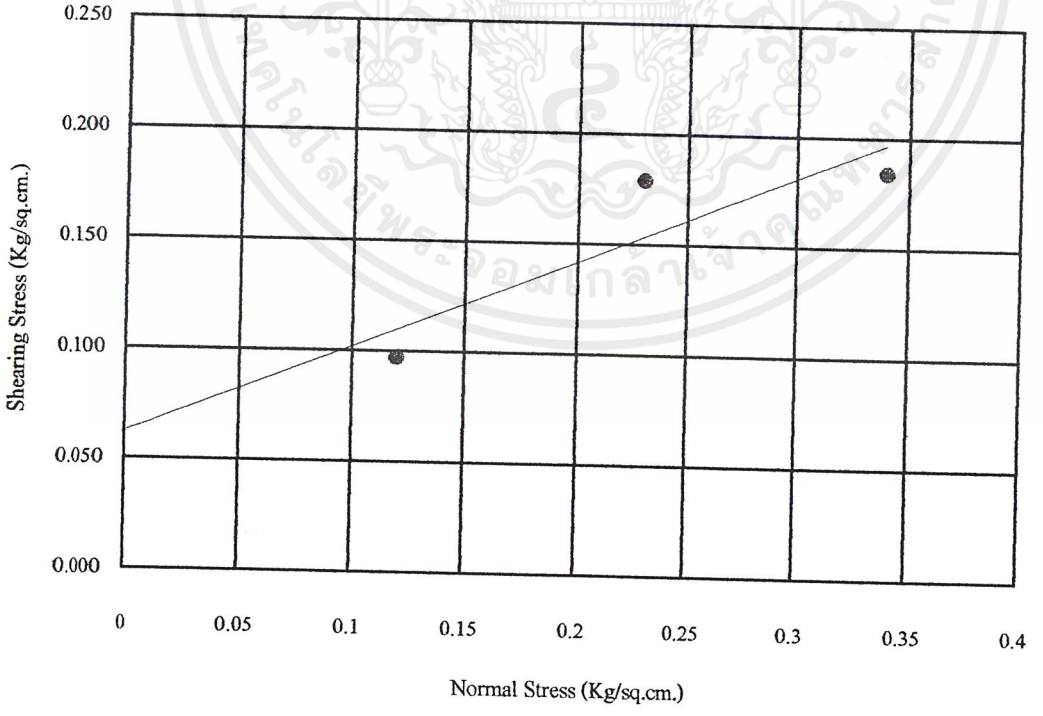
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Dark Clay with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	105	0.12	0.097
2	101	0.23	0.179
3	95	0.34	0.184
ความชื้นเฉลี่ย =	100.3 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำระหว่างดินเหนียวกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 21.66 องศา ค่า C = 0.062 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	71.95	g.	Water Content	82	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.16	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.50	26.06	0.041
20	0.77	26.06	0.063
30	0.90	26.06	0.074
40	0.97	26.06	0.079
50	1.03	26.06	0.084
60	1.08	26.06	0.088
70	1.16	26.06	0.095
80	1.62	26.06	0.132
90	1.38	26.06	0.113
100	1.40	26.06	0.114
110	1.42	26.06	0.116
120	1.48	26.06	0.121
130	1.50	26.06	0.123
140	1.50	26.06	0.123
150	1.50	26.06	0.123
160	1.51	26.06	0.123
170	1.44	26.06	0.118
180	1.40	26.06	0.114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	71.97	g.	Water Content	70	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.17	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.90	26.06	0.074
20	1.12	26.06	0.092
30	1.28	26.06	0.105
40	1.50	26.06	0.123
50	1.58	26.06	0.129
60	1.70	26.06	0.139
70	1.61	26.06	0.132
80	1.73	26.06	0.141
90	2.17	26.06	0.177
100	1.97	26.06	0.161
110	2.05	26.06	0.168
120	2.08	26.06	0.170
130	2.18	26.06	0.178
140	2.20	26.06	0.180
150	2.18	26.06	0.178
160	2.12	26.06	0.173
170	2.06	26.06	0.168
180	2.12	26.06	0.173

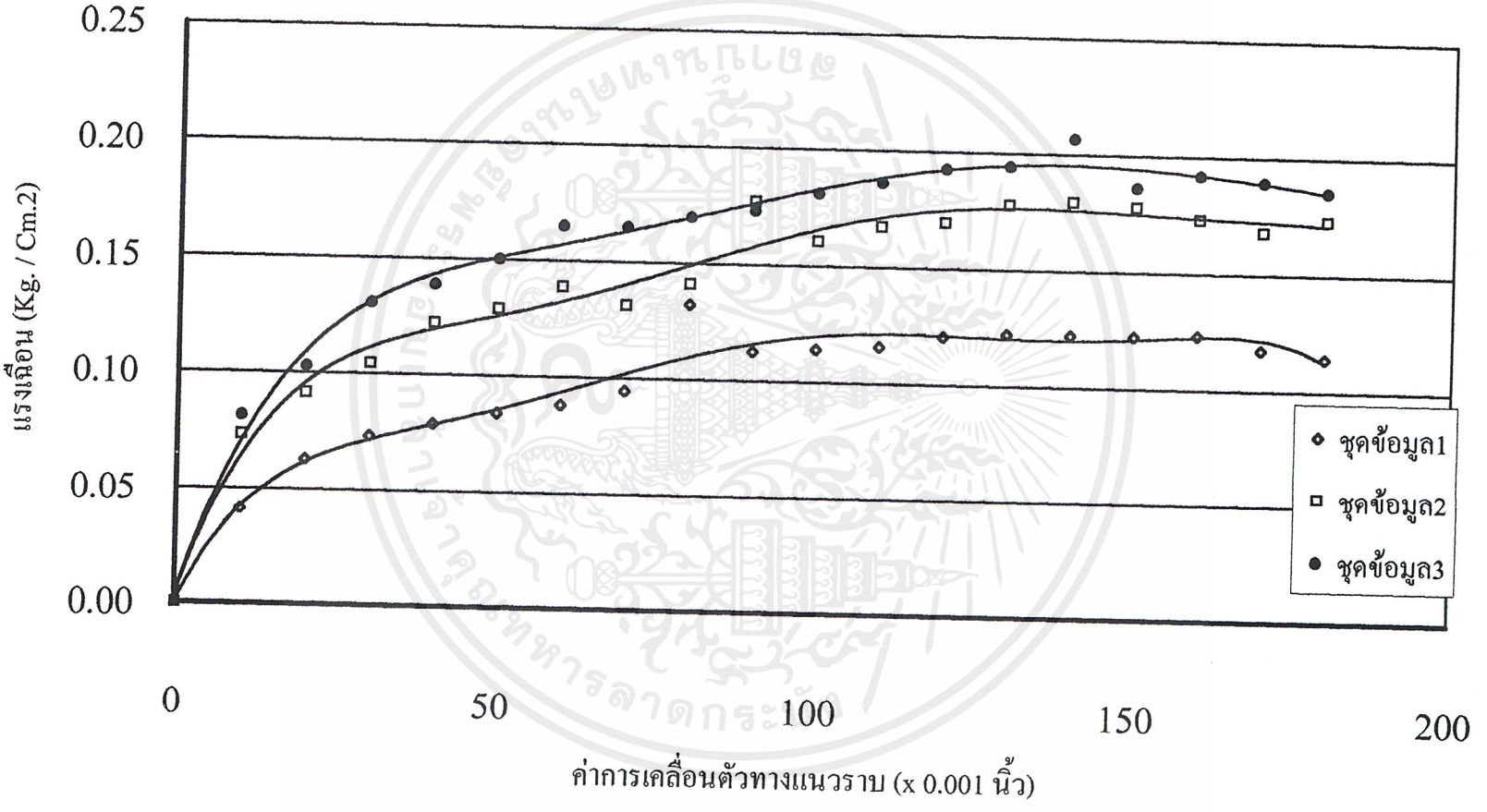
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	70.02	g.	Water Content	82	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.00	26.06	0.082
20	1.26	26.06	0.103
30	1.60	26.06	0.131
40	1.70	26.06	0.139
50	1.84	26.06	0.150
60	2.02	26.06	0.165
70	2.02	26.06	0.165
80	2.08	26.06	0.170
90	2.12	26.06	0.173
100	2.22	26.06	0.181
110	2.28	26.06	0.186
120	2.36	26.06	0.193
130	2.38	26.06	0.195
140	2.53	26.06	0.207
150	2.28	26.06	0.186
160	2.35	26.06	0.192
170	2.32	26.06	0.190
180	2.27	26.06	0.186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียวกับคอนกรีต
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
แรงเฉือน (Kg. / Cm.2)
0
50
100
150
200
ค่าการเคลื่อนตัวทางแนวราบ (x 0.001 นิ้ว)
ชุดข้อมูล1
ชุดข้อมูล2
ชุดข้อมูล3

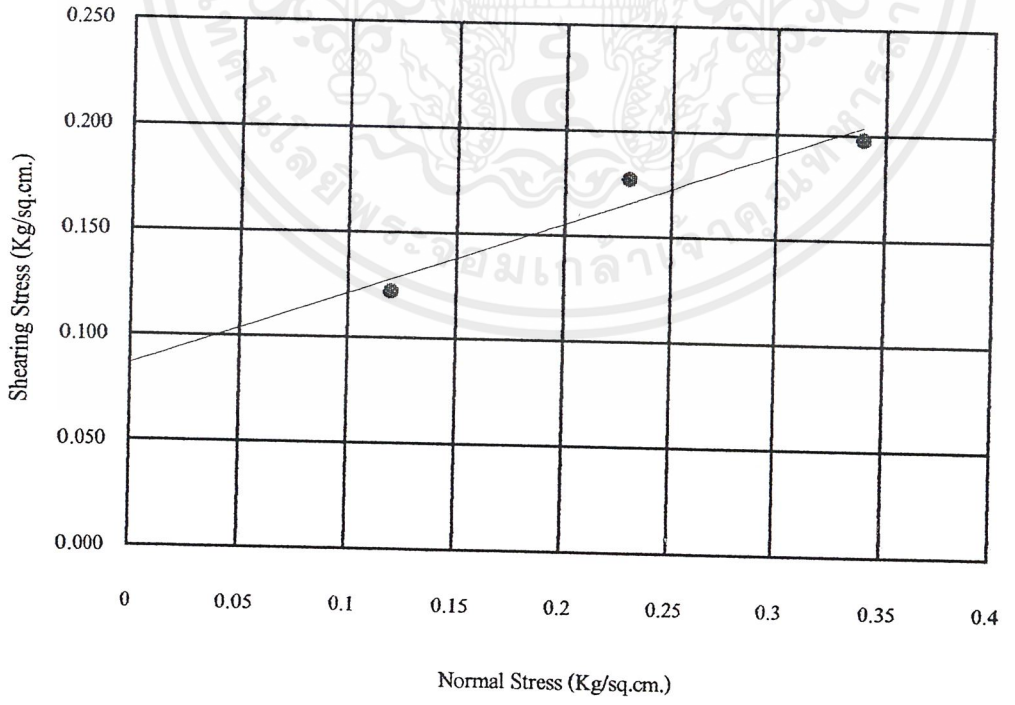
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Dark Clay with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	82	0.12	0.122
2	70	0.23	0.177
3	82	0.34	0.198
ความชื้นเฉลี่ย =	78.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำระหว่างดินเหนียวกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 19.14 องศา ค่า C = 0.086 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang					
Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	67.83	g.	Water Content	95	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.15	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.63	26.06	0.051
20	0.70	26.06	0.057
30	0.82	26.06	0.067
40	0.93	26.06	0.076
50	1.02	26.06	0.083
60	1.05	26.06	0.086
70	1.12	26.06	0.092
80	1.20	26.06	0.098
90	1.25	26.06	0.102
100	1.30	26.06	0.106
110	1.37	26.06	0.112
120	1.38	26.06	0.113
130	1.40	26.06	0.114
140	1.65	26.06	0.135
150	1.40	26.06	0.114
160	1.48	26.06	0.121
170	1.52	26.06	0.124
180	1.50	26.06	0.123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	67.08	g.	Water Content	97	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.25	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.60	26.06	0.049
20	0.77	26.06	0.063
30	0.98	26.06	0.080
40	1.15	26.06	0.094
50	1.20	26.06	0.098
60	1.25	26.06	0.102
70	1.37	26.06	0.112
80	1.50	26.06	0.123
90	1.54	26.06	0.126
100	1.57	26.06	0.128
110	1.60	26.06	0.131
120	1.63	26.06	0.133
130	1.72	26.06	0.141
140	1.70	26.06	0.139
150	1.63	26.06	0.133
160	1.57	26.06	0.128
170	1.54	26.06	0.126
180	1.54	26.06	0.126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dark Clay with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	67.82	g.	Water Content	91	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.68	26.06	0.056
20	0.92	26.06	0.075
30	1.02	26.06	0.083
40	1.06	26.06	0.087
50	1.25	26.06	0.102
60	1.36	26.06	0.111
70	1.43	26.06	0.117
80	1.58	26.06	0.129
90	1.58	26.06	0.129
100	1.62	26.06	0.132
110	1.62	26.06	0.132
120	1.78	26.06	0.145
130	1.78	26.06	0.145
140	1.82	26.06	0.149
150	1.82	26.06	0.149
160	1.85	26.06	0.151
170	1.90	26.06	0.155
180	1.87	26.06	0.153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3 (comtinue)

Soil Descriptio Dark Clay with Concrete

Sample Data :

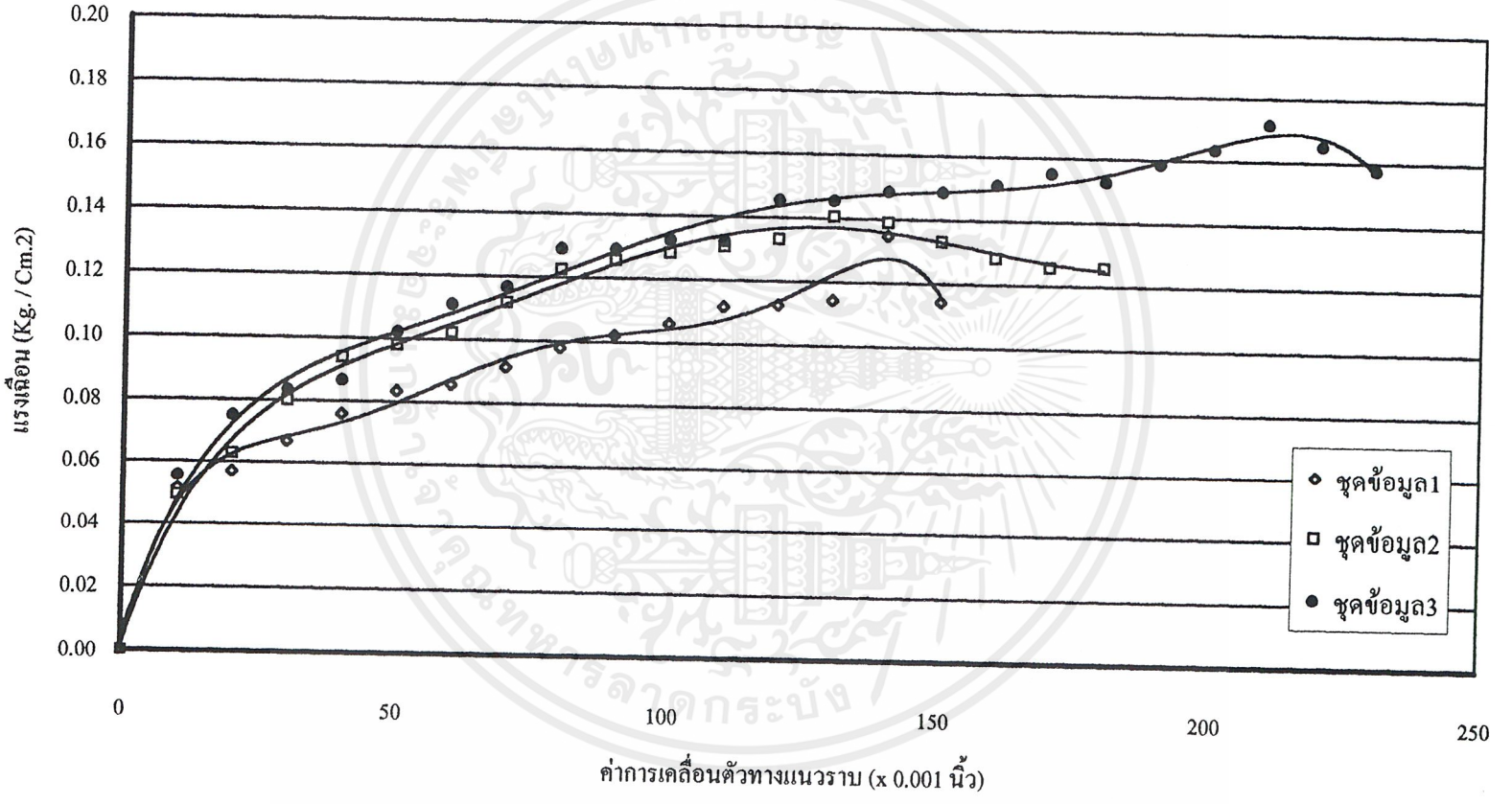
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	67.82	g.	Water Content	91	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
190	1.94	26.06	0.159
200	2.00	26.06	0.163
210	2.10	26.06	0.172
220	2.02	26.06	0.165
230	1.93	26.06	0.158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียวกับคอนกรีต



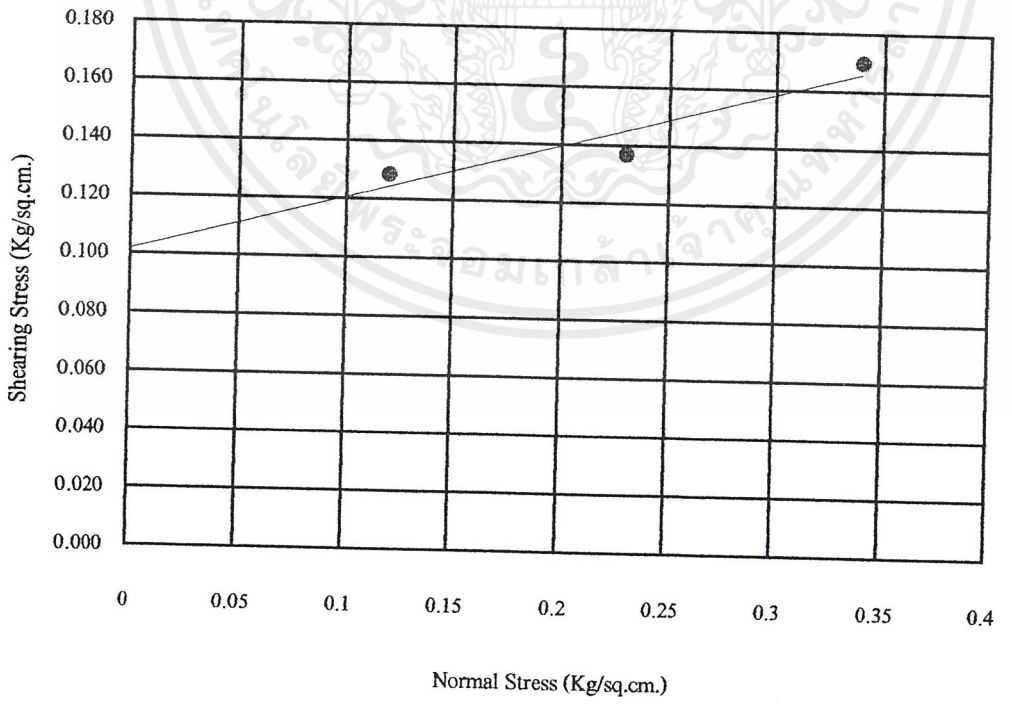
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Dark Clay with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	95	0.12	0.128
2	97	0.23	0.137
3	91	0.34	0.170
ความชื้นเฉลี่ย =	94.5 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำระหว่างดินเหนียวกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 10.66 องศา ค่า C = 0.102 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทรายแห้งกับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	56.97	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.86	26.06	0.070
20	1.13	26.06	0.092
30	1.15	26.06	0.094
40	1.23	26.06	0.101
50	1.35	26.06	0.110
60	1.43	26.06	0.117
70	1.42	26.06	0.116
80	1.39	26.06	0.114
90	1.20	26.06	0.098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	56.97	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.22	26.06	0.100
20	1.55	26.06	0.127
30	1.80	26.06	0.147
40	2.20	26.06	0.180
50	2.25	26.06	0.184
60	2.35	26.06	0.192
70	2.45	26.06	0.200
80	2.70	26.06	0.221
90	2.45	26.06	0.200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

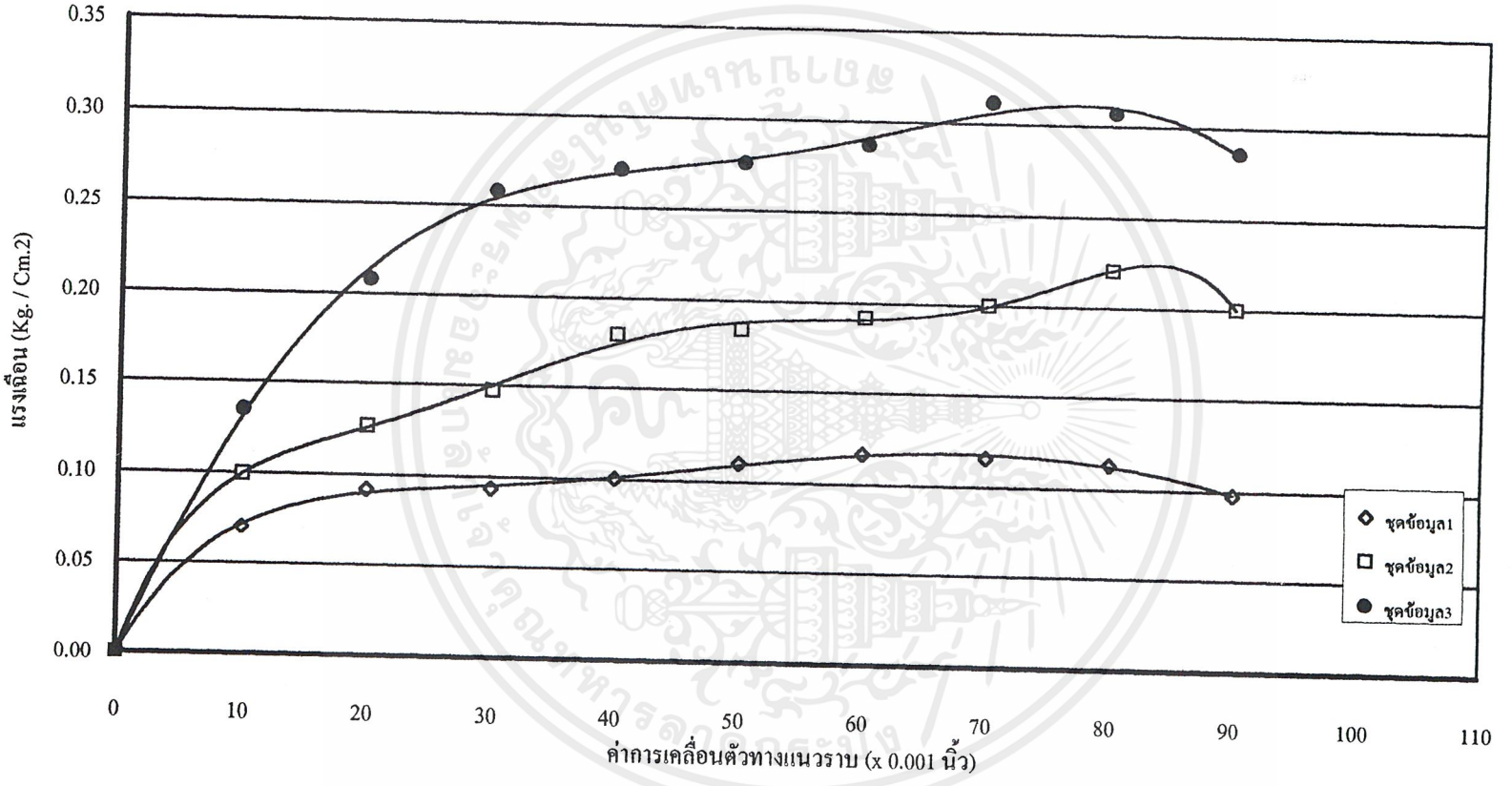
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	49.87	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.65	26.06	0.135
20	2.55	26.06	0.208
30	3.16	26.06	0.258
40	3.32	26.06	0.271
50	3.38	26.06	0.276
60	3.52	26.06	0.288
70	3.82	26.06	0.312
80	3.76	26.06	0.307
90	3.50	26.06	0.286

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้งกับคอนกรีต



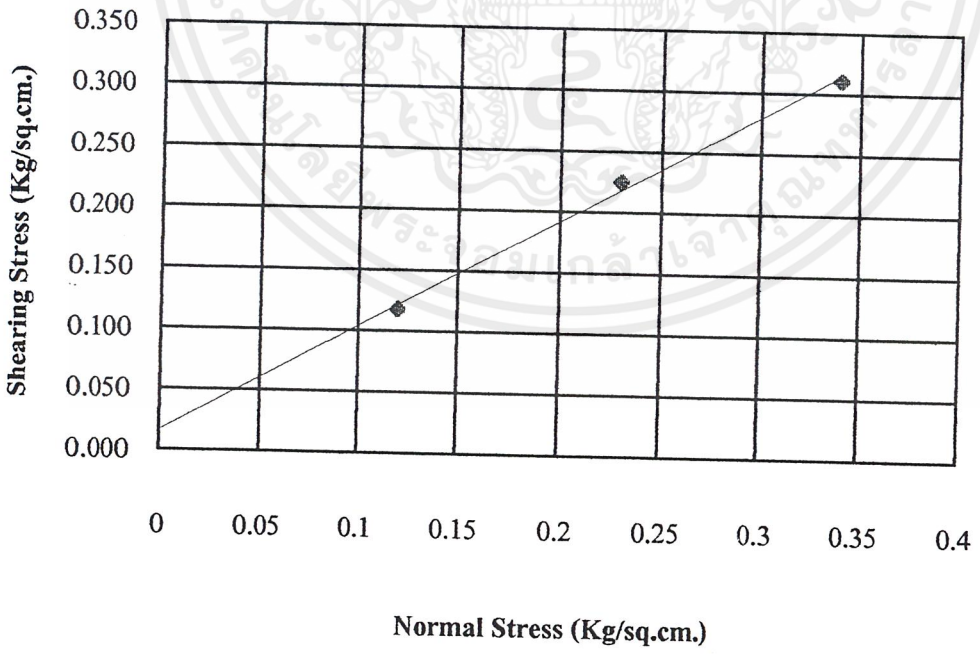
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Dry Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.118
2	0.0	0.23	0.225
3	0.0	0.34	0.311
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้งกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 40.95 องศา ค่า C = 0.018 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	51.23	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.98	26.06	0.080
20	1.32	26.06	0.108
30	1.49	26.06	0.122
40	1.55	26.06	0.127
50	1.56	26.06	0.127
60	1.52	26.06	0.124
70	1.40	26.06	0.114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.15	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.90	26.06	0.155
20	2.85	26.06	0.233
30	3.05	26.06	0.249
40	2.73	26.06	0.223
50	2.55	26.06	0.208
60	2.60	26.06	0.212
70	2.68	26.06	0.219
80	2.55	26.06	0.208
90	2.53	26.06	0.207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete		

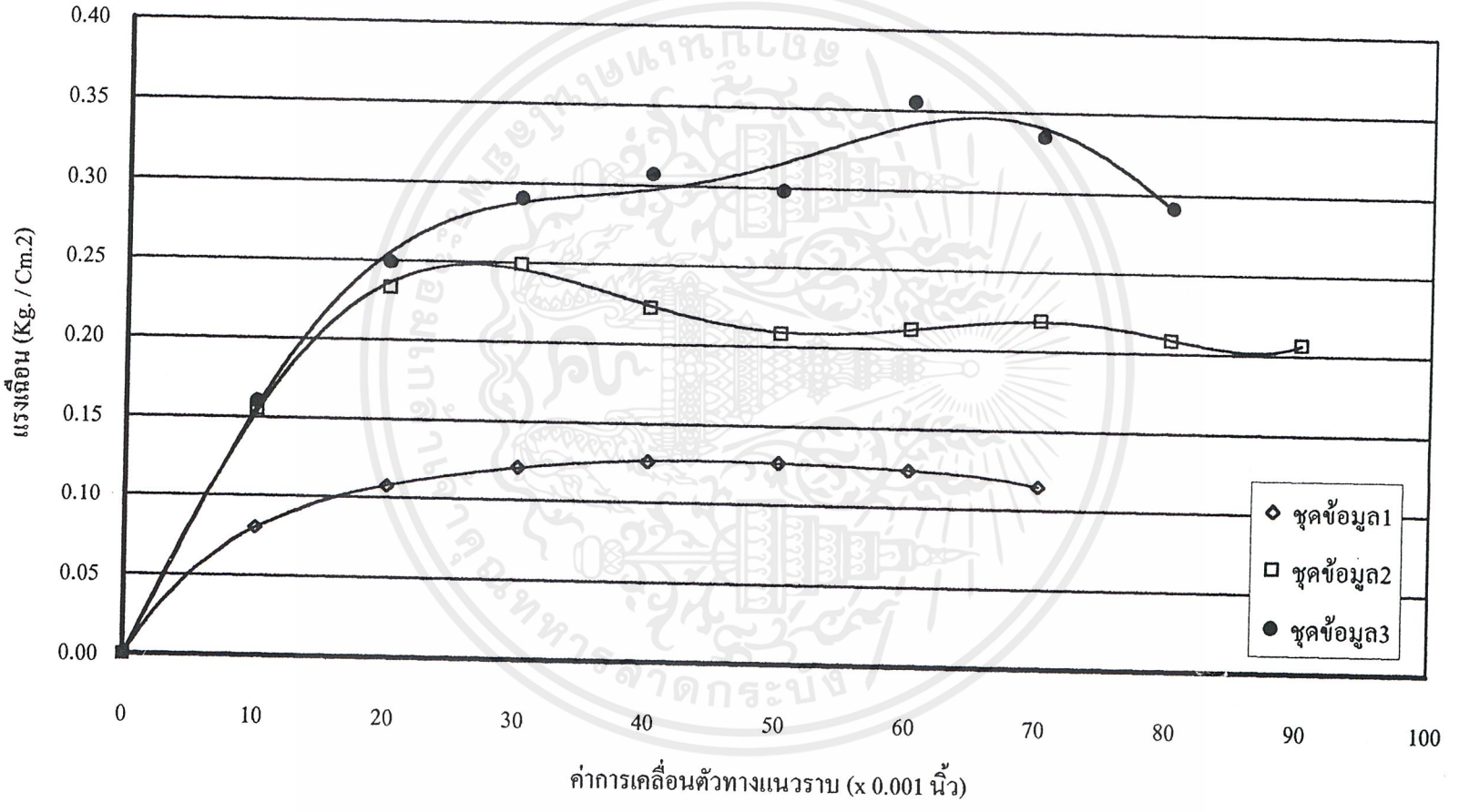
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	62.18	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.96	26.06	0.160
20	3.05	26.06	0.249
30	3.56	26.06	0.291
40	3.76	26.06	0.307
50	3.65	26.06	0.298
60	4.35	26.06	0.356
70	4.10	26.06	0.335
80	3.57	26.06	0.292

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้งกับคอนกรีต



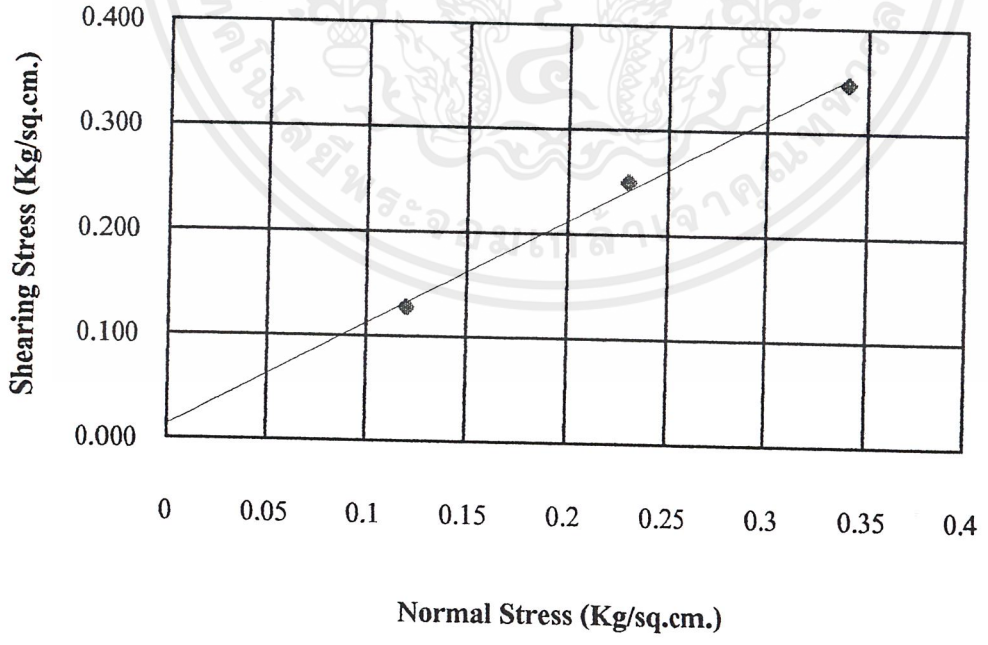
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Dry Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.128
2	0.0	0.23	0.250
3	0.0	0.34	0.347
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้งกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 44.75 องศา ค่า C = 0.013 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	47.9	g.	Water Content	0	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.92	26.06	0.075
20	1.26	26.06	0.103
30	1.51	26.06	0.123
40	1.59	26.06	0.130
50	1.62	26.06	0.132
60	1.62	26.06	0.132
70	1.53	26.06	0.125
80	1.42	26.06	0.116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	61.04	g.	Water Content	0	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.04	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.90	26.06	0.155
20	2.32	26.06	0.190
30	2.44	26.06	0.199
40	2.46	26.06	0.201
50	2.63	26.06	0.215
60	2.96	26.06	0.242
70	2.55	26.06	0.208
80	2.40	26.06	0.196
90	2.12	26.06	0.173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

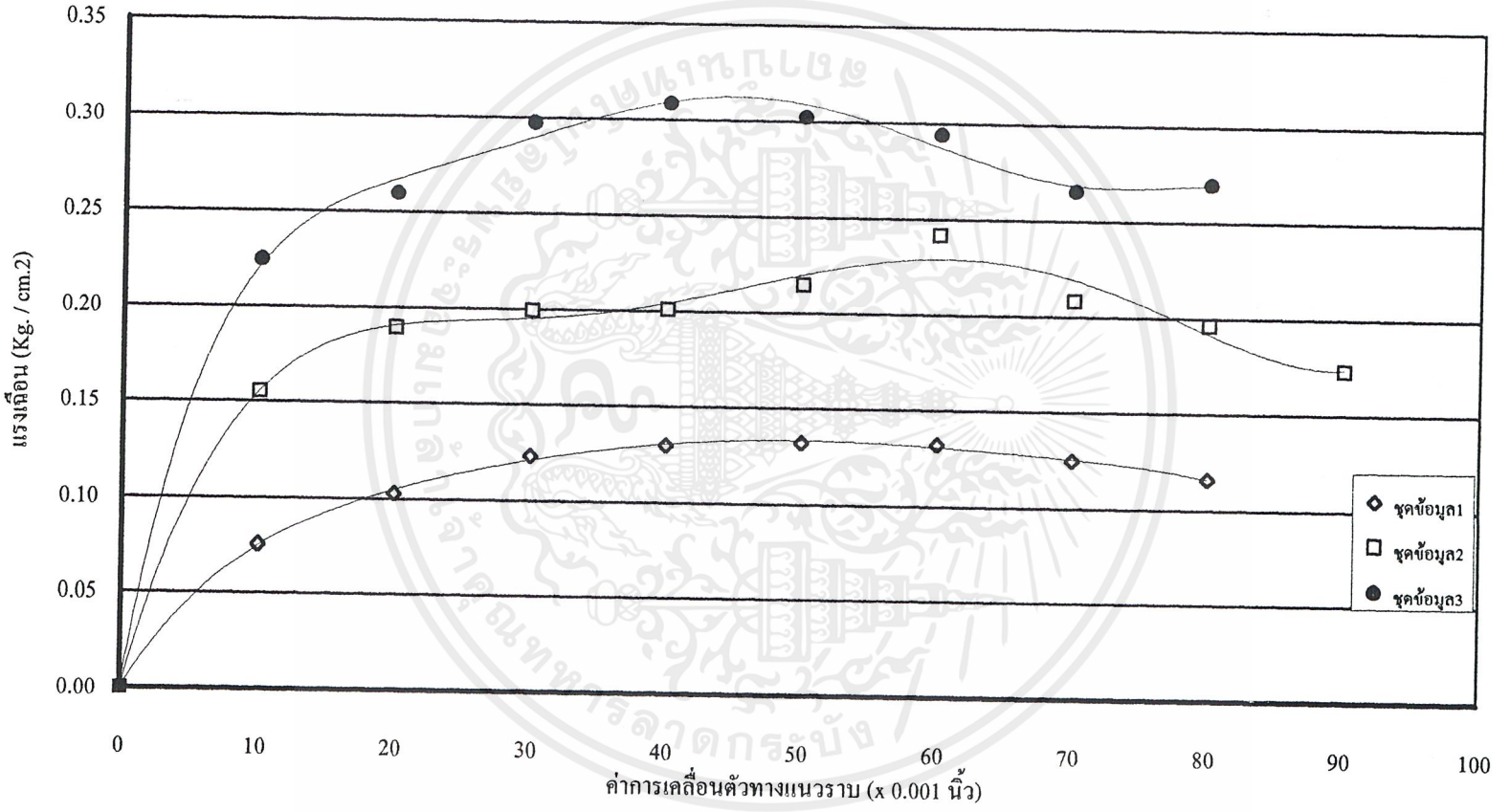
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Dry Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	64.83	g.	Water Content	0	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.05	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.75	26.06	0.225
20	3.18	26.06	0.260
30	3.64	26.06	0.297
40	3.78	26.06	0.309
50	3.70	26.06	0.302
60	3.60	26.06	0.294
70	3.25	26.06	0.266
80	3.30	26.06	0.270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายแห้งกับคอนกรีต



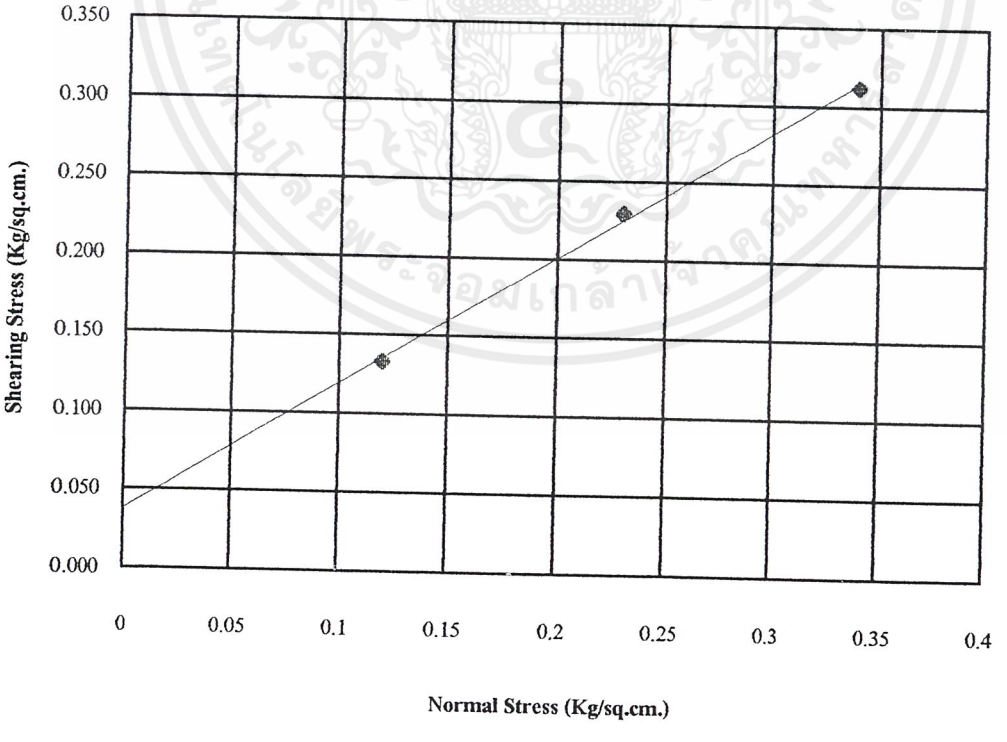
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Dry Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	0.0	0.12	0.133
2	0.0	0.23	0.230
3	0.0	0.34	0.312
ความชื้นเฉลี่ย =	0.0 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายแห้งกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 38.86 องศา ค่า C = 0.039 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทรายเปียกกับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	78.85	g.	Water Content	34.27	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.93	26.06	0.076
20	1.22	26.06	0.100
30	1.39	26.06	0.114
40	1.55	26.06	0.127
50	1.65	26.06	0.135
60	1.63	26.06	0.133
70	1.62	26.06	0.132
80	1.55	26.06	0.127
90	1.30	26.06	0.106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	82.33	g.	Water Content	20.42	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.13	26.06	0.092
20	1.49	26.06	0.122
30	1.88	26.06	0.154
40	2.35	26.06	0.192
50	2.63	26.06	0.215
60	2.72	26.06	0.222
70	2.55	26.06	0.208
80	2.40	26.06	0.196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

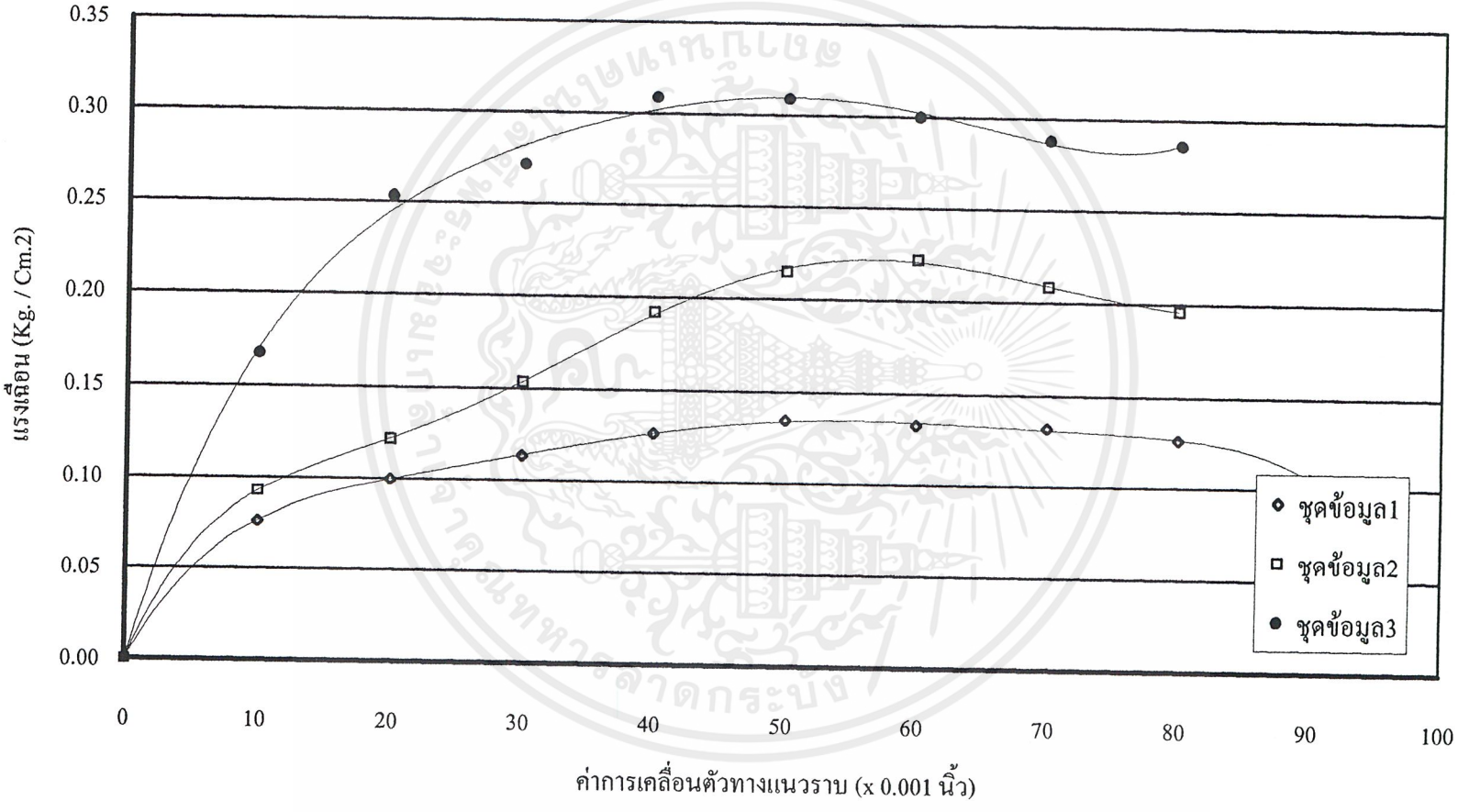
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	97.74	g.	Water Content	20.50	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.05	26.06	0.168
20	3.10	26.06	0.253
30	3.32	26.06	0.271
40	3.78	26.06	0.309
50	3.78	26.06	0.309
60	3.67	26.06	0.300
70	3.52	26.06	0.288
80	3.50	26.06	0.286

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายเปียกกับคอนกรีต



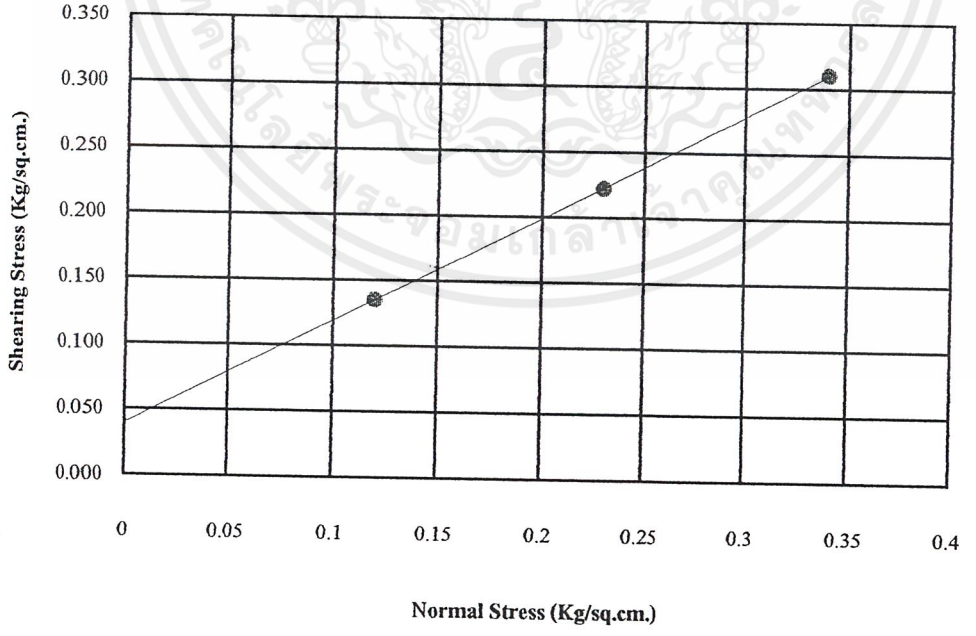
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Wet Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	34.3	0.12	0.135
2	20.4	0.23	0.222
3	20.5	0.34	0.310
ความชื้นเฉลี่ย =	25.1 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียกกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 38.45 องศา ค่า C = 0.040 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	101.635	g.	Water Content	21.42	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.23	26.06	0.101
20	1.63	26.06	0.133
30	1.72	26.06	0.141
40	1.73	26.06	0.141
50	1.65	26.06	0.135
60	1.69	26.06	0.138
70	1.56	26.06	0.127
80	1.39	26.06	0.114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	116.053	g.	Water Content	35.36	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.04	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.62	26.06	0.132
20	1.99	26.06	0.163
30	2.21	26.06	0.181
40	2.45	26.06	0.200
50	2.43	26.06	0.199
60	2.59	26.06	0.212
70	2.55	26.06	0.208
80	2.39	26.06	0.195
90	2.32	26.06	0.190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

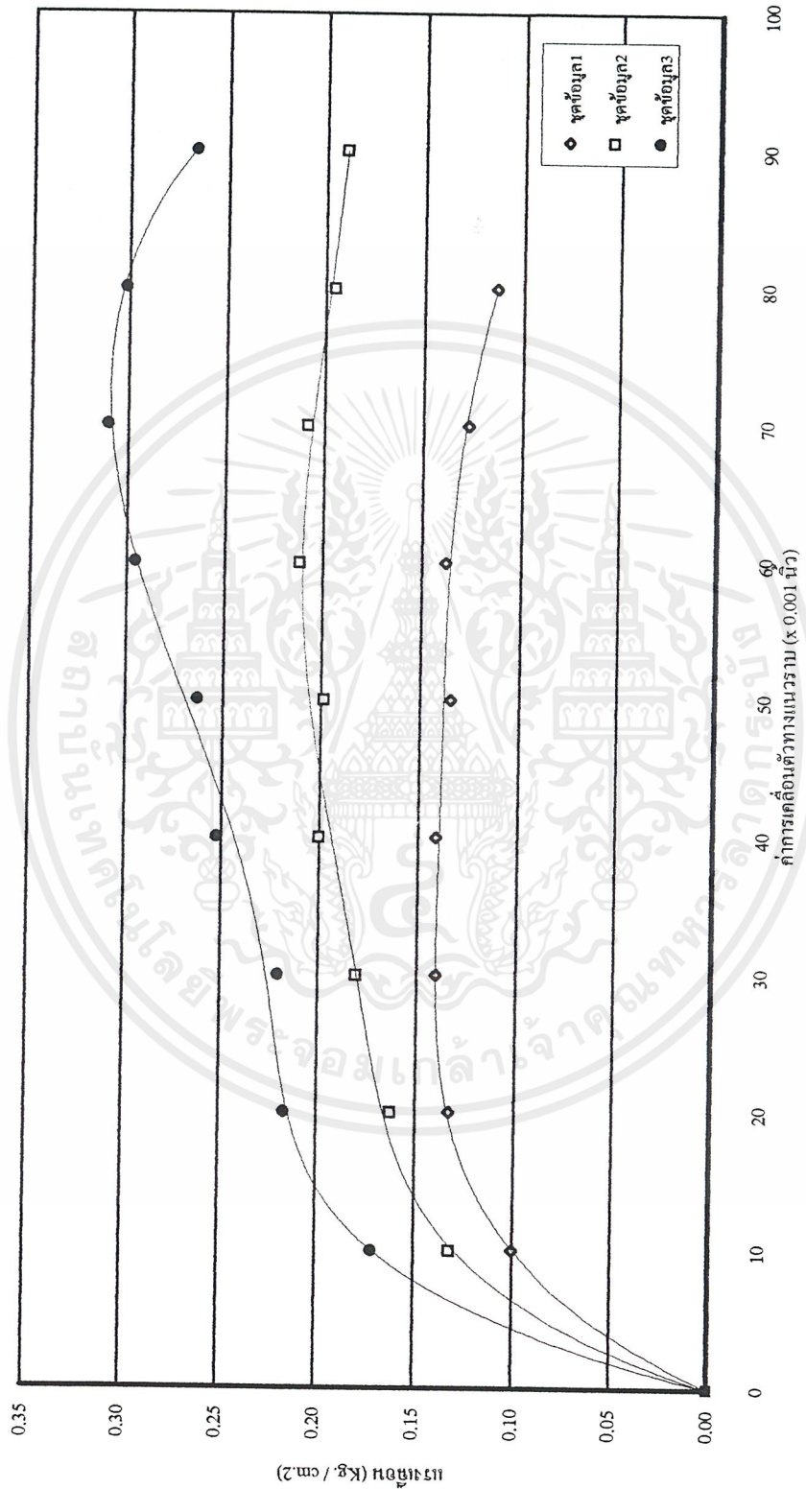
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	72.68	g.	Water Content	53.91	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.10	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.10	26.06	0.172
20	2.65	26.06	0.217
30	2.70	26.06	0.221
40	3.09	26.06	0.253
50	3.22	26.06	0.263
60	3.62	26.06	0.296
70	3.80	26.06	0.311
80	3.69	26.06	0.302
90	3.26	26.06	0.266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนที่ทางแนวราบของทรายปนกับดินอนุรักษ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

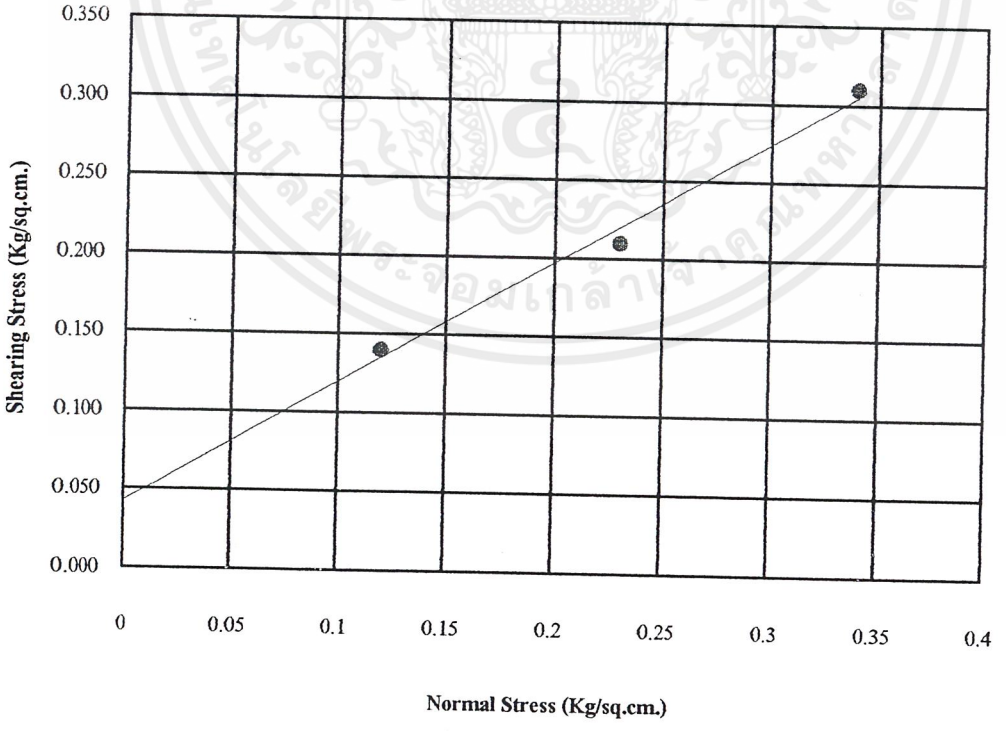
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Wet Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	21.4	0.12	0.140
2	35.4	0.23	0.210
3	53.9	0.34	0.310
ความชื้นเฉลี่ย =	36.9 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียกกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 37.62 องศา ค่า C = 0.043 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	102	g.	Water Content	35.09	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.22	26.06	0.100
20	1.36	26.06	0.111
30	1.38	26.06	0.113
40	1.40	26.06	0.114
50	1.45	26.06	0.119
60	1.50	26.06	0.123
70	1.40	26.06	0.114
80	1.22	26.06	0.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	83.78	g.	Water Content	25.18	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.43	26.06	0.117
20	1.65	26.06	0.135
30	2.39	26.06	0.195
40	2.51	26.06	0.205
50	2.55	26.06	0.208
60	2.53	26.06	0.207
70	2.60	26.06	0.212
80	2.38	26.06	0.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

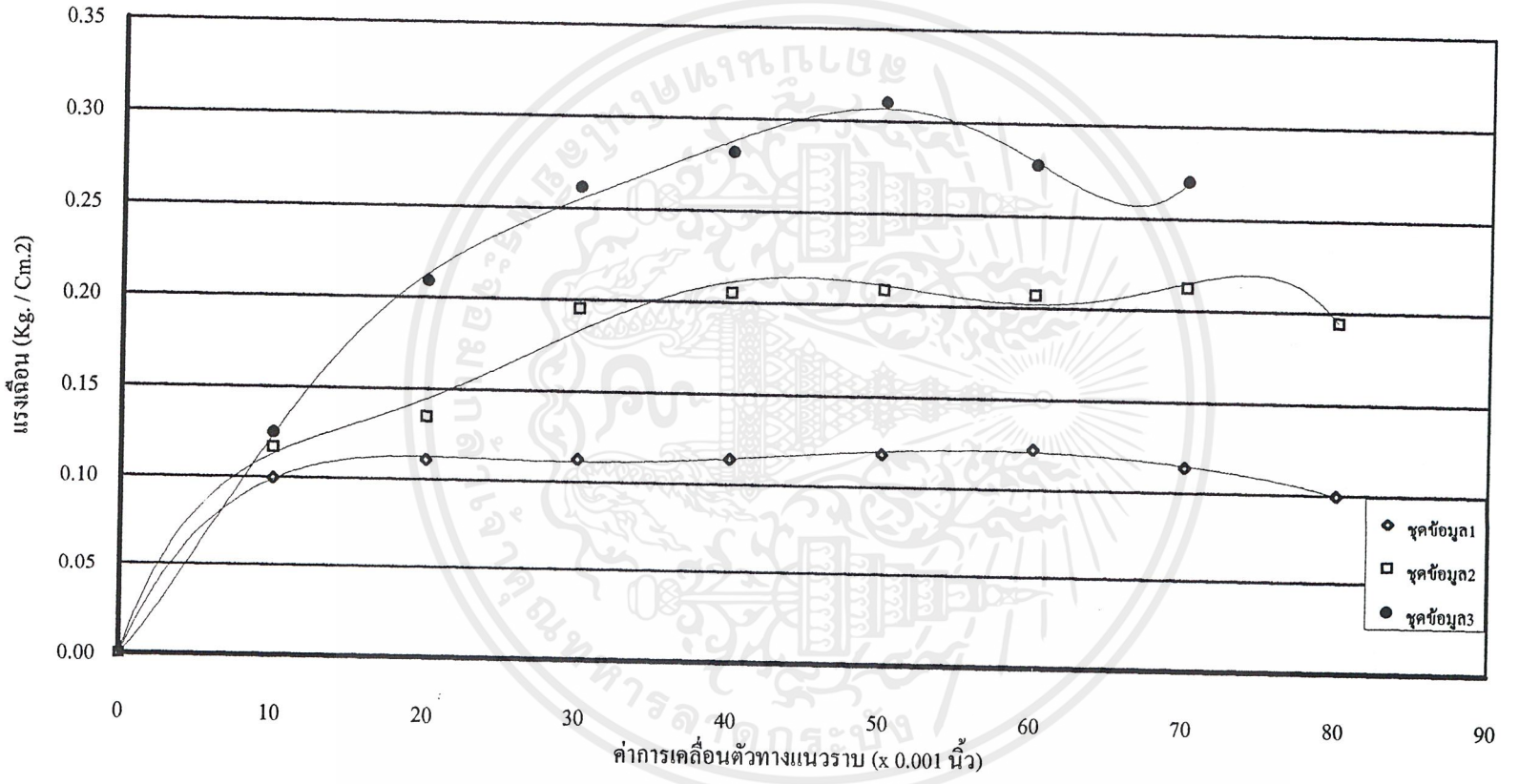
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Wet Sand with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	65.65	g.	Water Content	24.97	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.53	26.06	0.125
20	2.56	26.06	0.209
30	3.20	26.06	0.262
40	3.45	26.06	0.282
50	3.80	26.06	0.311
60	3.40	26.06	0.278
70	3.31	26.06	0.271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของทรายเปียกกับคอนกรีต



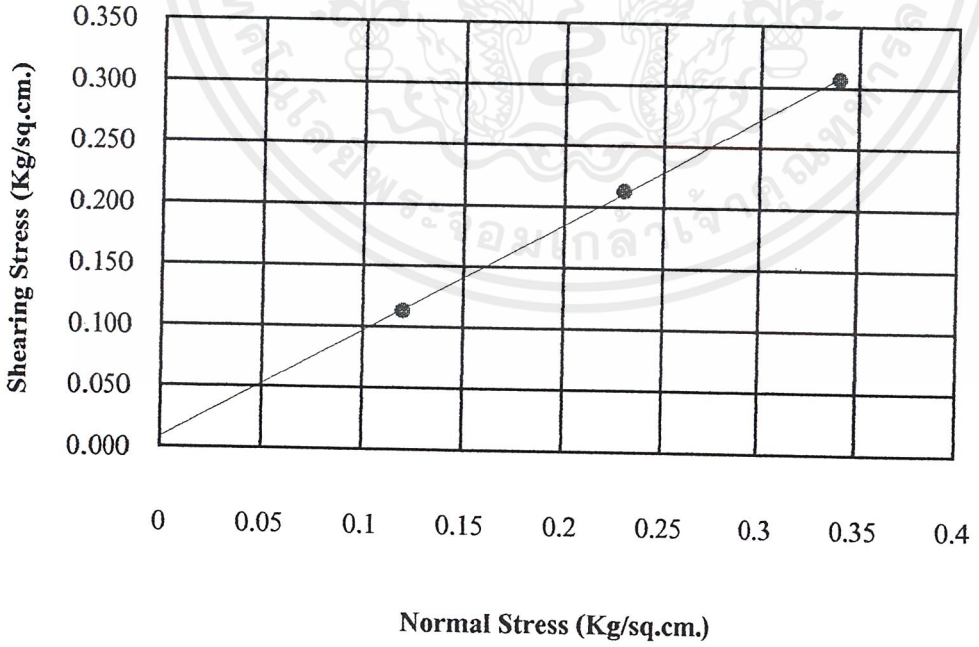
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Wet Sand with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	35.1	0.12	0.113
2	25.2	0.23	0.213
3	25.0	0.34	0.307
ความชื้นเฉลี่ย =	28.4 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของทรายเปียกกับคอนกรีต



ค่า ϕ = 41.42 องศา	ค่า C = 0.010 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบดินเหนียว 75 %ปนทราย 25 % กับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptio Clay 75% Sand 25% with Concrete

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	92.85	g.	Water Content	63	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.68	26.06	0.056
20	0.80	26.06	0.065
30	0.97	26.06	0.079
40	1.00	26.06	0.082
50	1.09	26.06	0.089
60	1.15	26.06	0.094
70	1.20	26.06	0.098
80	1.22	26.06	0.100
90	1.30	26.06	0.106
100	1.33	26.06	0.109
110	1.35	26.06	0.110
120	1.31	26.06	0.107
130	1.28	26.06	0.105
140	1.28	26.06	0.105
150	1.35	26.06	0.110
160	1.40	26.06	0.114
170	1.30	26.06	0.106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	96.17	g.	Water Content	68	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.20	26.06	0.098
20	1.56	26.06	0.127
30	1.66	26.06	0.136
40	1.72	26.06	0.141
50	1.77	26.06	0.145
60	1.78	26.06	0.145
70	1.80	26.06	0.147
80	1.90	26.06	0.155
90	1.78	26.06	0.145
100	1.78	26.06	0.145
110	1.79	26.06	0.146
120	1.62	26.06	0.132
130	1.55	26.06	0.127
140	1.50	26.06	0.123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

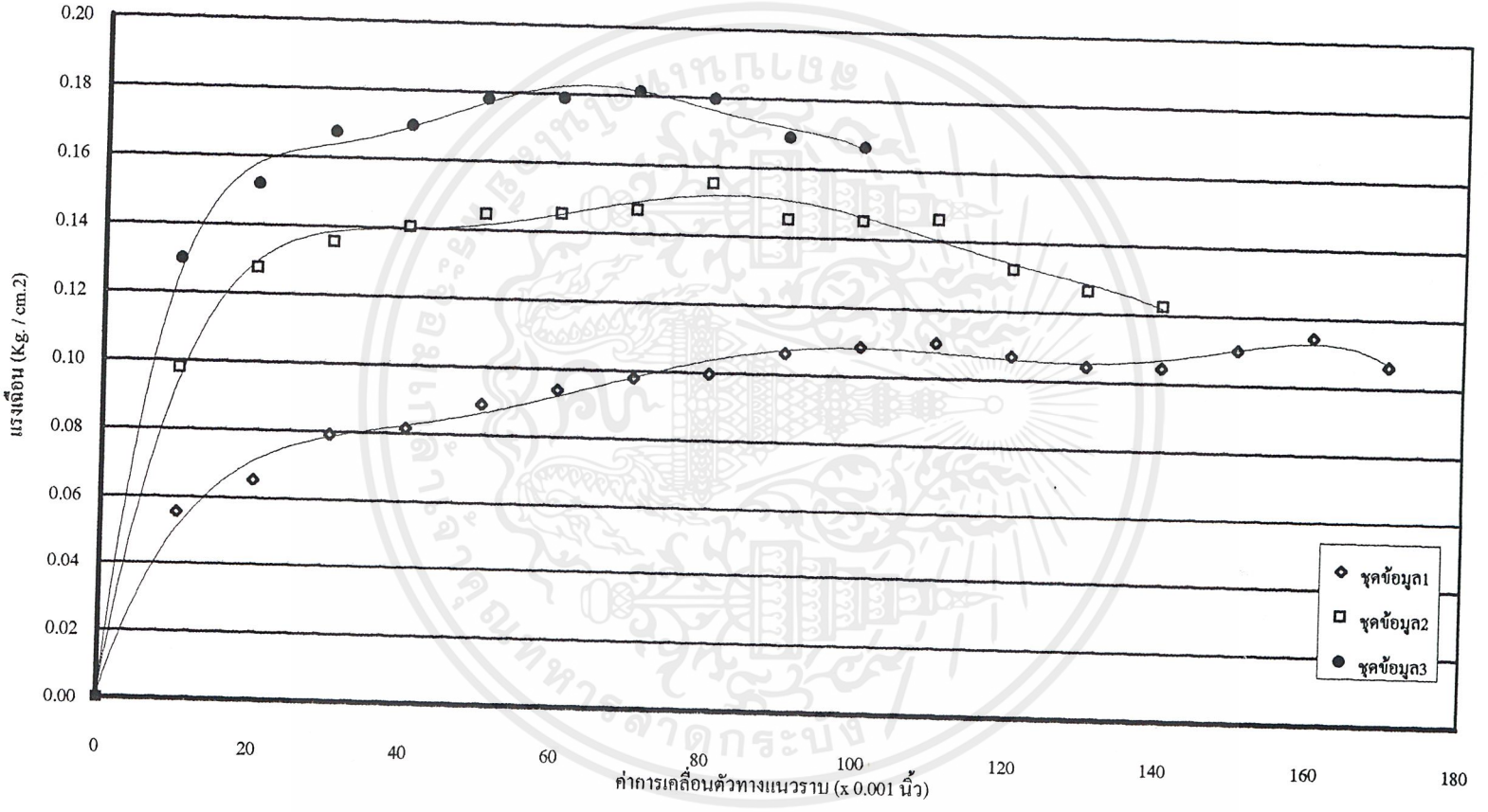
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	74.08	g.	Water Content	60	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.01	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.59	26.06	0.130
20	1.86	26.06	0.152
30	2.05	26.06	0.168
40	2.08	26.06	0.170
50	2.18	26.06	0.178
60	2.19	26.06	0.179
70	2.22	26.06	0.181
80	2.20	26.06	0.180
90	2.07	26.06	0.169
100	2.04	26.06	0.167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว75%ทราย25%กับคอนกรีต



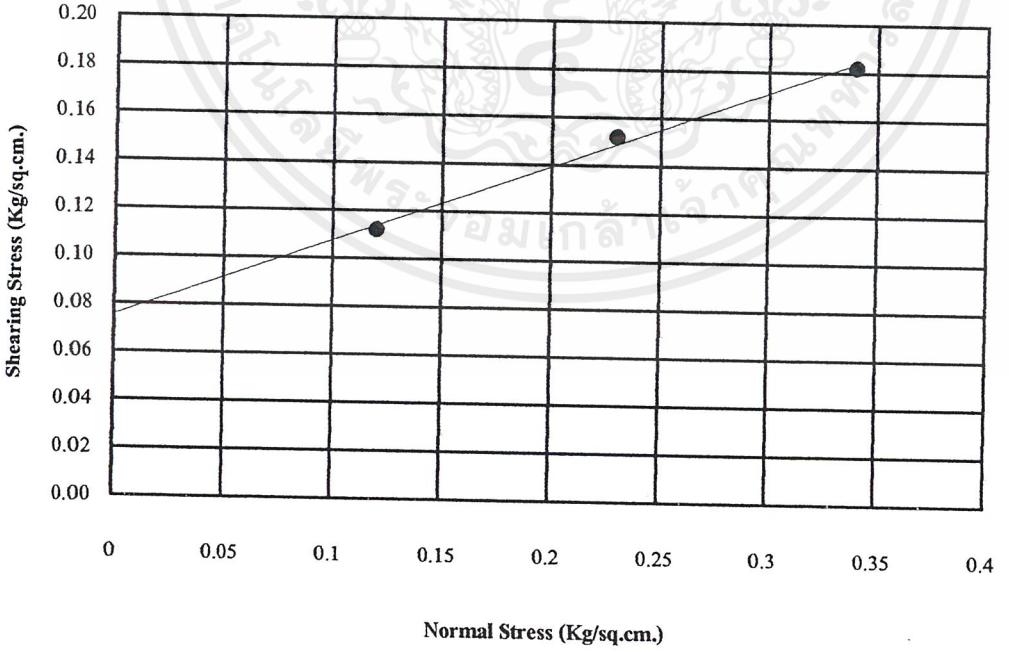
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Clay 75% Sand 25% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	63.2	0.12	0.112
2	68.2	0.23	0.152
3	59.7	0.34	0.182
ความชื้นเฉลี่ย =	63.7 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว75%ทราย25%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 17.47 องศา ค่า C = 0.076 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	82.43	g.	Water Content	68	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.40	26.06	0.033
20	0.49	26.06	0.040
30	0.52	26.06	0.042
40	0.56	26.06	0.046
50	0.58	26.06	0.047
60	0.65	26.06	0.053
70	0.72	26.06	0.059
80	0.90	26.06	0.074
90	0.90	26.06	0.074
100	1.00	26.06	0.082
110	1.08	26.06	0.088
120	1.14	26.06	0.093
130	1.15	26.06	0.094
140	1.11	26.06	0.091
150	0.98	26.06	0.080

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	75.18	g.	Water Content	63	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.23	26.06	0.101
20	1.65	26.06	0.135
30	1.78	26.06	0.145
40	1.90	26.06	0.155
50	1.94	26.06	0.159
60	1.97	26.06	0.161
70	2.00	26.06	0.163
80	1.98	26.06	0.162
90	2.55	26.06	0.208
100	2.70	26.06	0.221
110	2.43	26.06	0.199
120	2.22	26.06	0.181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

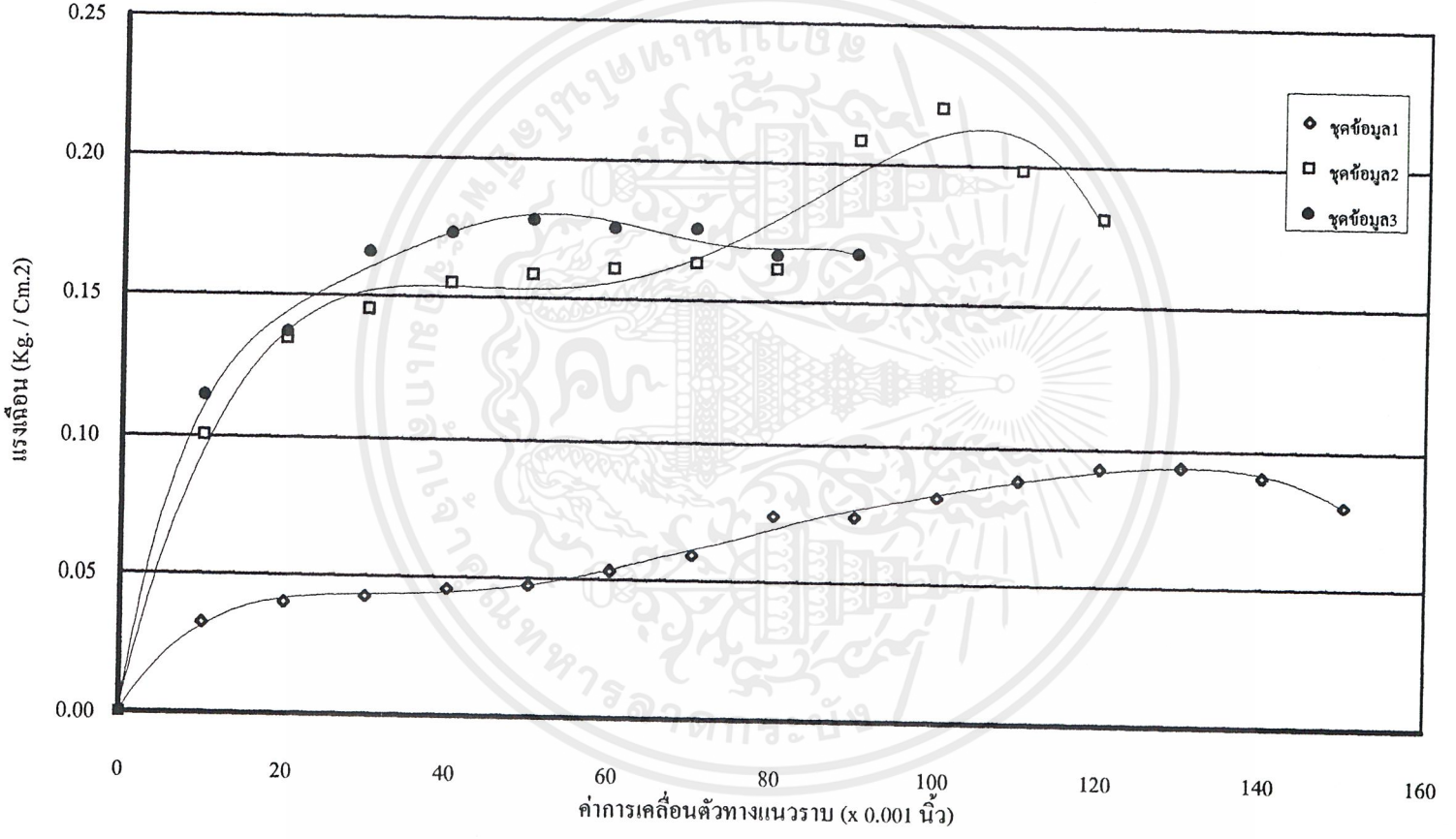
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	84.39	g.	Water Content	70	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.03	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.40	26.06	0.114
20	1.68	26.06	0.137
30	2.03	26.06	0.166
40	2.12	26.06	0.173
50	2.18	26.06	0.178
60	2.15	26.06	0.176
70	2.15	26.06	0.176
80	2.04	26.06	0.167
90	2.05	26.06	0.168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว 75%ทราย25%กับคอนกรีต



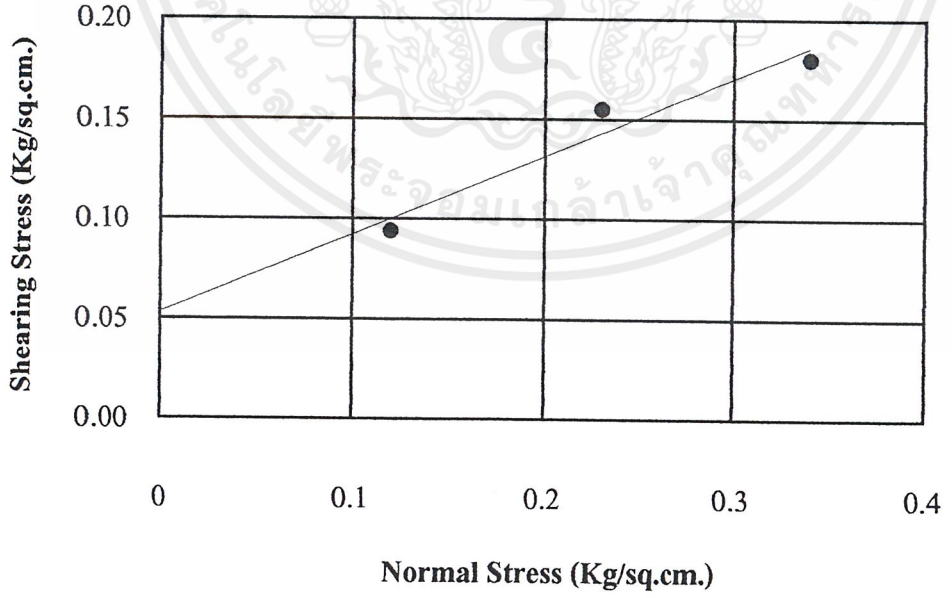
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Clay 75% Sand 25% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	67.8	0.12	0.094
2	62.8	0.23	0.155
3	69.8	0.34	0.180
ความชื้นเฉลี่ย =	66.8 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว 75%ทราย25%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 21.10 องศา ค่า C = 0.054 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	90.17	g.	Water Content	60	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.55	26.06	0.045
20	0.69	26.06	0.056
30	0.81	26.06	0.066
40	0.92	26.06	0.075
50	0.95	26.06	0.078
60	1.05	26.06	0.086
70	1.12	26.06	0.092
80	1.35	26.06	0.110
90	1.20	26.06	0.098
100	1.12	26.06	0.092
110	1.05	26.06	0.086
120	1.01	26.06	0.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	72.78	g.	Water Content	62	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.07	26.06	0.087
20	1.21	26.06	0.099
30	1.25	26.06	0.102
40	1.35	26.06	0.110
50	1.58	26.06	0.129
60	1.77	26.06	0.145
70	1.82	26.06	0.149
80	1.77	26.06	0.145
90	1.74	26.06	0.142
100	1.75	26.06	0.143
110	1.78	26.06	0.145
120	1.74	26.06	0.142
130	1.69	26.06	0.138
140	1.63	26.06	0.133
150	1.69	26.06	0.138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	3
Soil Descriptio	Clay 75% Sand 25% with Concrete		

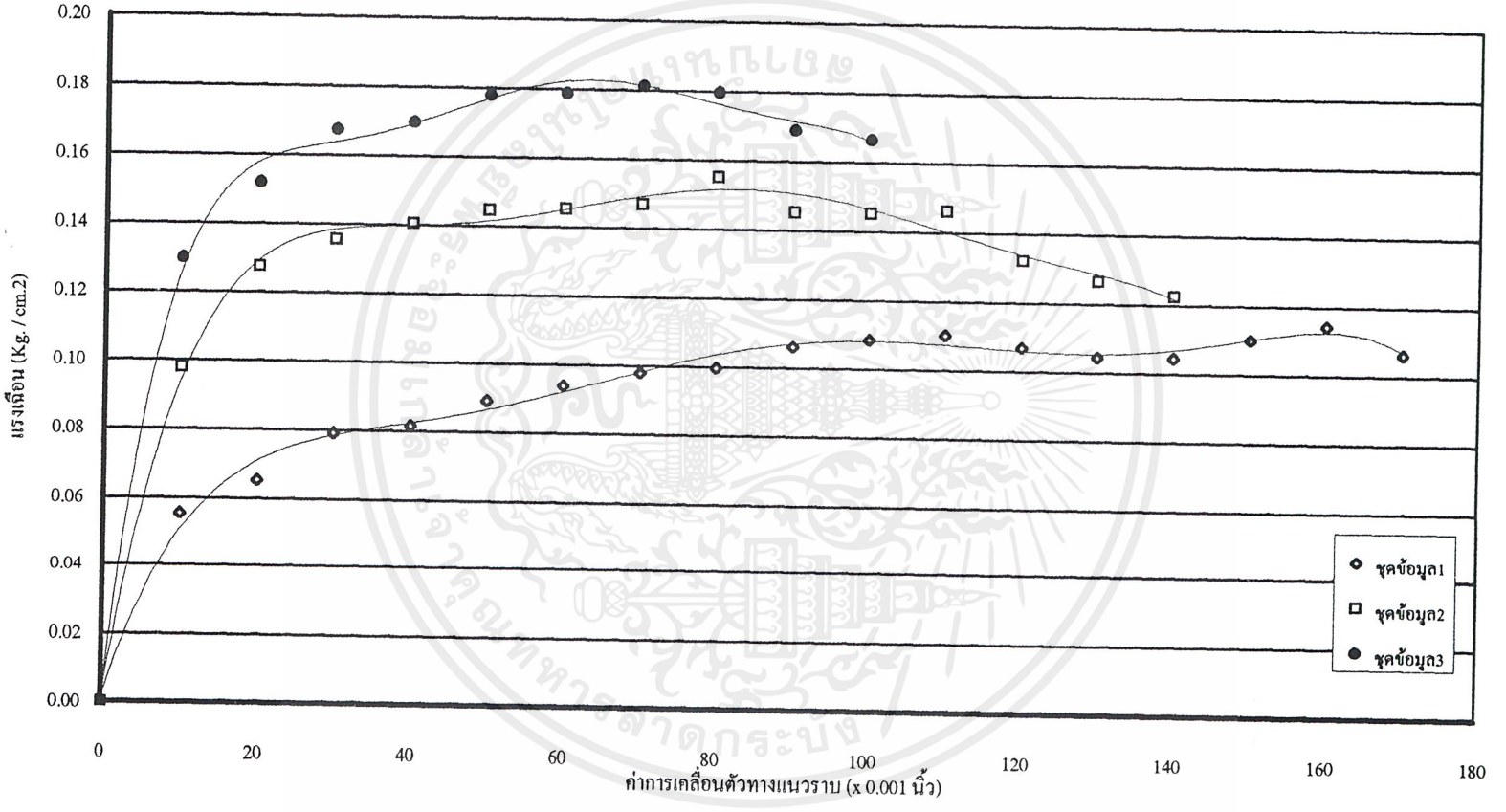
Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	89.96	g.	Water Content	68	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.02	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	1.96	26.06	0.000
10	2.12	26.06	0.173
20	2.20	26.06	0.180
30	2.24	26.06	0.183
40	2.28	26.06	0.186
50	2.28	26.06	0.186
60	2.22	26.06	0.181
70	2.17	26.06	0.177
80	2.15	26.06	0.176
90	2.05	26.06	0.168
100	2.10	26.06	0.172
110	2.12	26.06	0.173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว75%ทราย25%กับคอนกรีต



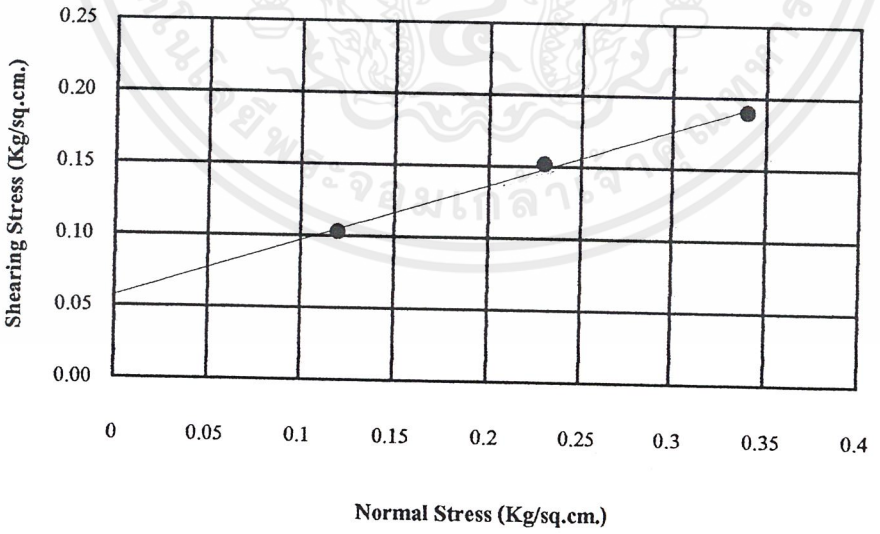
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Clay 75% Sand 25% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	59.6	0.12	0.103
2	62.0	0.23	0.152
3	68.0	0.34	0.190
ความชื้นเฉลี่ย =	63.2 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว75%ทราย25%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 21.51 องศา ค่า C = 0.059 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบดินเหนียว 50 %ปนทราย 50 % กับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang	Sample No.	1
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	85.6	g.	Water Content	45	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.08	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.58	26.06	0.047
20	0.65	26.06	0.053
30	0.80	26.06	0.065
40	0.95	26.06	0.078
50	1.07	26.06	0.087
60	1.16	26.06	0.095
70	1.20	26.06	0.098
80	1.22	26.06	0.100
90	1.19	26.06	0.097
100	1.14	26.06	0.093
110	1.02	26.06	0.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	89.2	g.	Water Content	41	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.09	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.78	26.06	0.064
20	1.08	26.06	0.088
30	1.50	26.06	0.123
40	1.78	26.06	0.145
50	1.83	26.06	0.150
60	1.81	26.06	0.148
70	1.80	26.06	0.147
80	1.76	26.06	0.144
90	1.72	26.06	0.141
100	1.48	26.06	0.121
110	1.52	26.06	0.124
120	1.50	26.06	0.123
130	1.63	26.06	0.133
140	1.36	26.06	0.111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

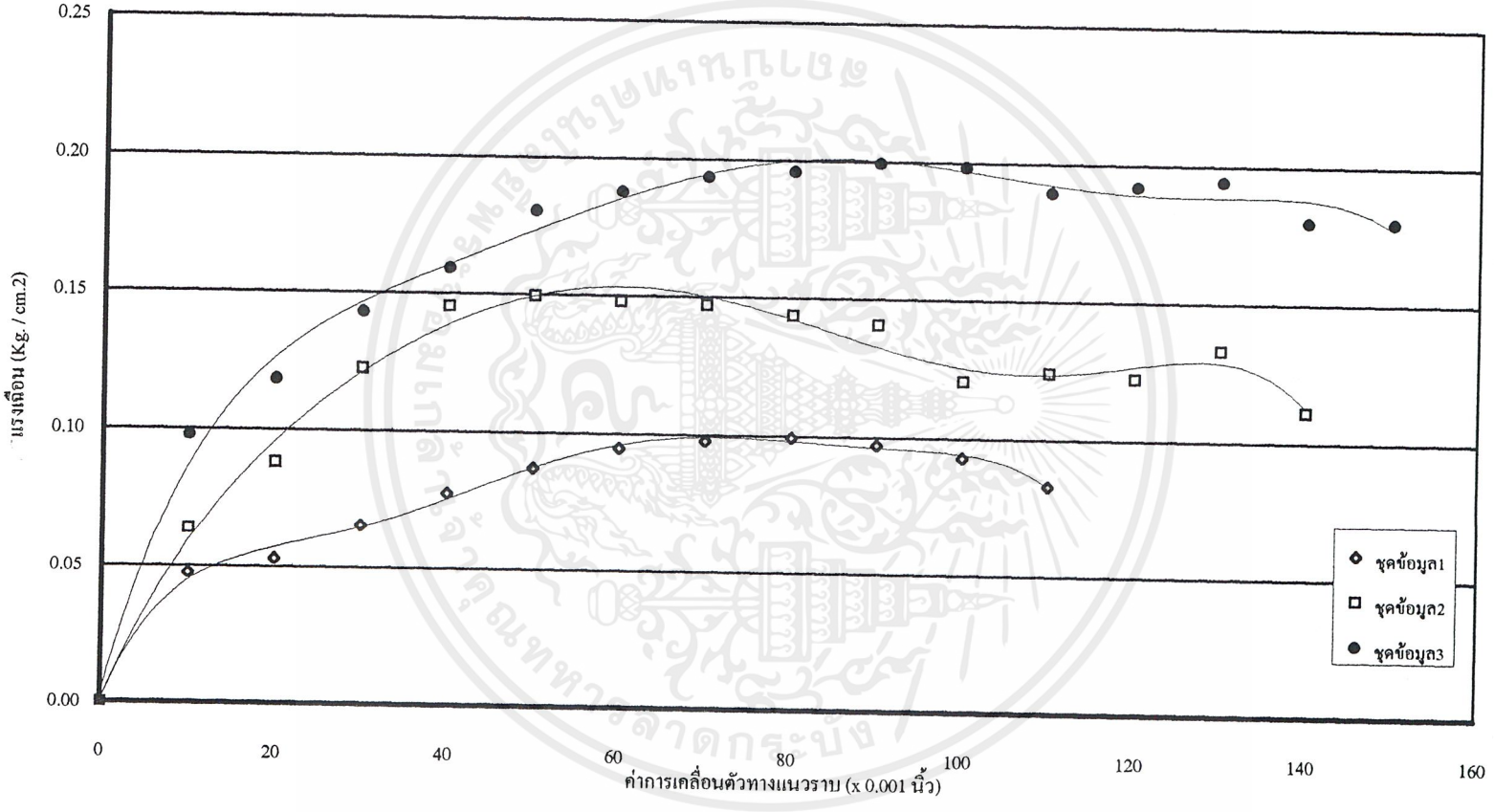
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	79.55	g.	Water Content	49	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.08	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.20	26.06	0.098
20	1.45	26.06	0.119
30	1.75	26.06	0.143
40	1.95	26.06	0.159
50	2.21	26.06	0.181
60	2.30	26.06	0.188
70	2.37	26.06	0.194
80	2.40	26.06	0.196
90	2.44	26.06	0.199
100	2.43	26.06	0.199
110	2.32	26.06	0.190
120	2.35	26.06	0.192
130	2.38	26.06	0.195
140	2.20	26.06	0.180
150	2.20	26.06	0.180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว50%ทราย50%กับคอนกรีต



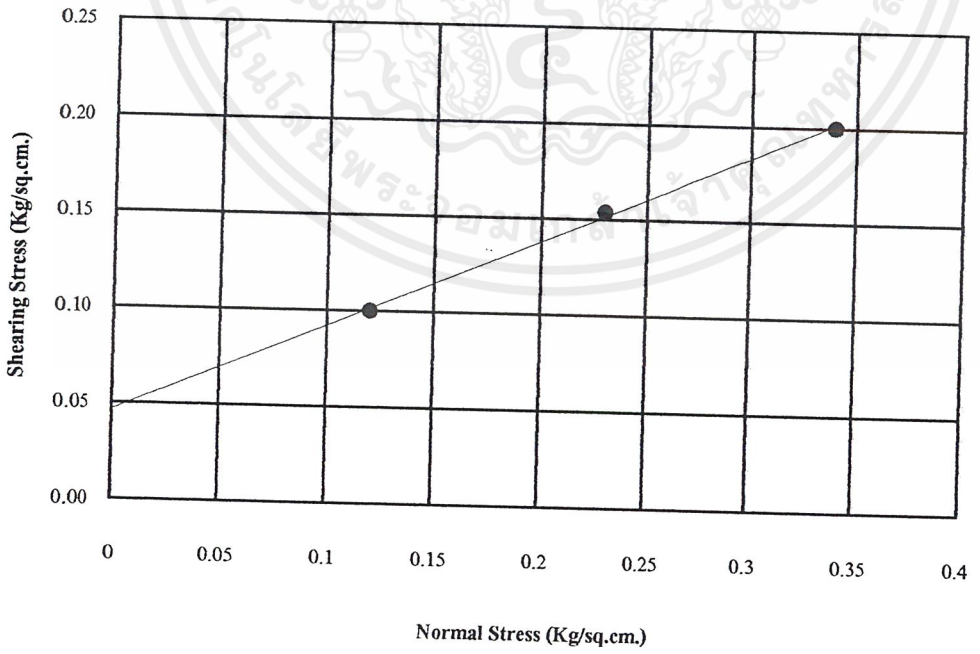
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Clay 50% Sand 50% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	45.3	0.12	0.100
2	40.5	0.23	0.154
3	48.7	0.34	0.200
ความชื้นเฉลี่ย =	44.8 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดิน50%ทราย50%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 24.51 องศา ค่า C = 0.047 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	89.03	g.	Water Content	43	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.09	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.72	26.06	0.059
20	0.80	26.06	0.065
30	0.87	26.06	0.071
40	0.90	26.06	0.074
50	0.93	26.06	0.076
60	0.97	26.06	0.079
70	1.16	26.06	0.095
80	1.28	26.06	0.105
90	1.24	26.06	0.101
100	1.17	26.06	0.096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	83.99	g.	Water Content	46	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.08	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.96	26.06	0.078
20	1.05	26.06	0.086
30	1.28	26.06	0.105
40	1.55	26.06	0.127
50	0.83	26.06	0.068
60	1.92	26.06	0.157
70	1.97	26.06	0.161
80	1.95	26.06	0.159
90	1.84	26.06	0.150
100	1.80	26.06	0.147
110	1.80	26.06	0.147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

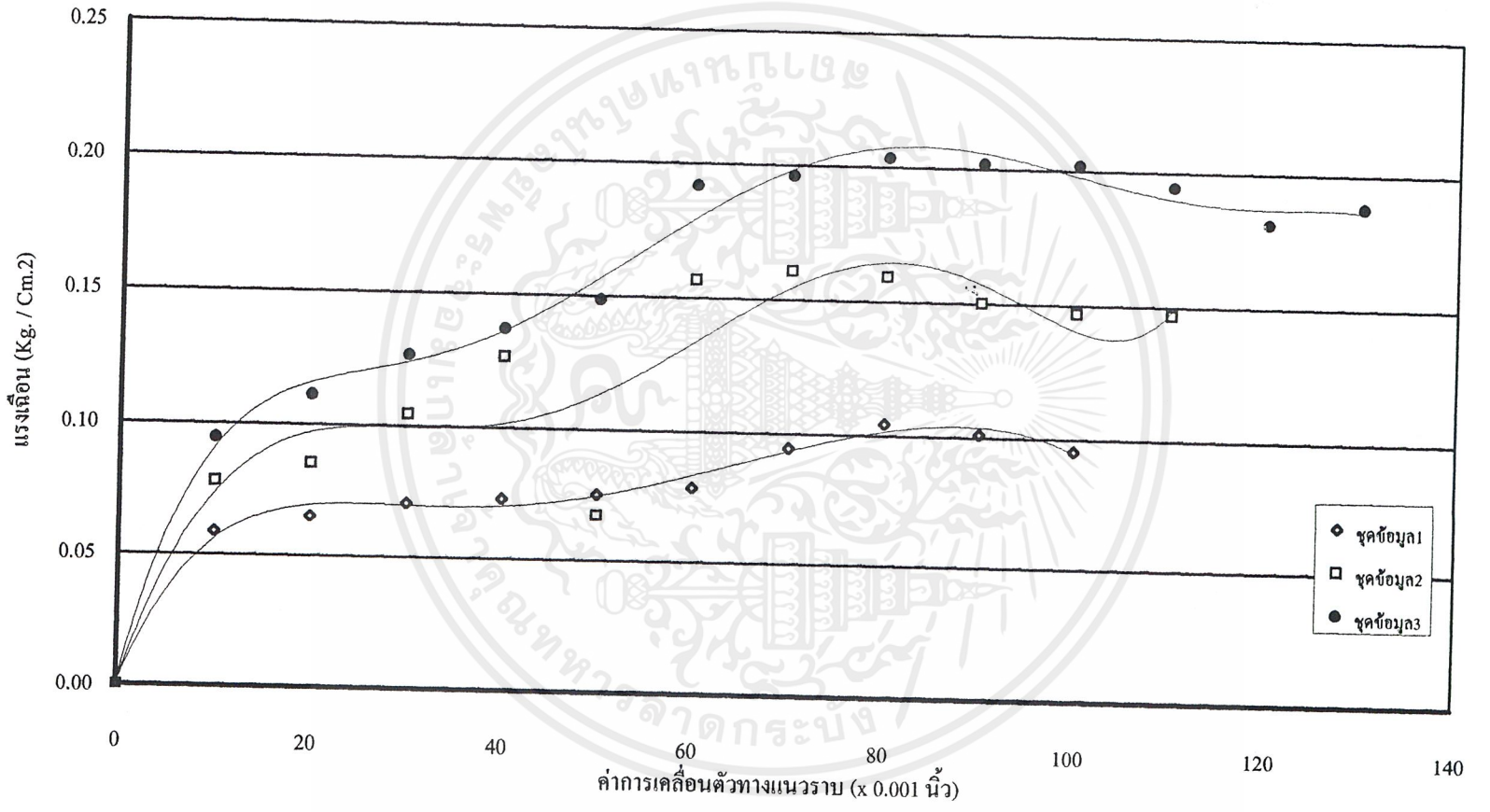
Location	Ladkrabang	Sample No.	2
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete		

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	87.77	g.	Water Content	49	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.07	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.16	26.06	0.095
20	1.36	26.06	0.111
30	1.55	26.06	0.127
40	1.68	26.06	0.137
50	1.82	26.06	0.149
60	2.35	26.06	0.192
70	2.40	26.06	0.196
80	2.49	26.06	0.204
90	2.47	26.06	0.202
100	2.47	26.06	0.202
110	2.38	26.06	0.195
120	2.22	26.06	0.181
130	2.30	26.06	0.188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดิน50%ทราย50%กับดอนกรีต
แรงเฉือน (Kg. / Cm.2)
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0
20
40
60
80
100
120
140
ค่าการเคลื่อนตัวทางแนวราบ (x 0.001 นิ้ว)
ชุดข้อมูล1
ชุดข้อมูล2
ชุดข้อมูล3

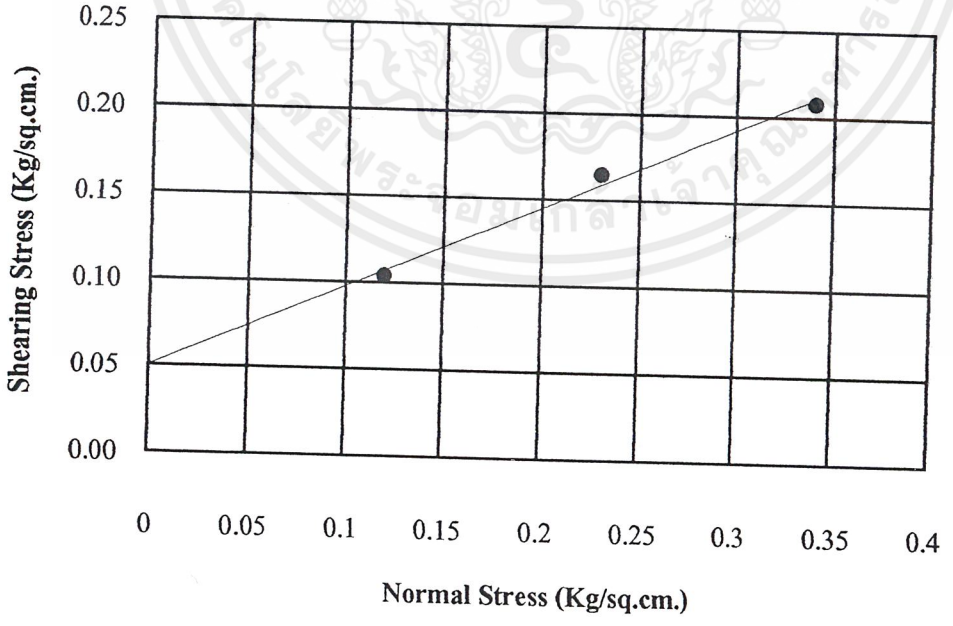
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Clay 50% Sand 50% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	43.3	0.12	0.104
2	45.9	0.23	0.165
3	48.5	0.34	0.208
ความชื้นเฉลี่ย =	45.9 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดิน50%ทราย50%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 25.20 องศา ค่า C = 0.050 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	70.65	g.	Water Content	41	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.55	26.06	0.045
20	0.63	26.06	0.051
30	0.76	26.06	0.062
40	0.82	26.06	0.067
50	0.95	26.06	0.078
60	1.05	26.06	0.086
70	1.10	26.06	0.090
80	1.15	26.06	0.094
90	1.25	26.06	0.102
100	1.20	26.06	0.098
110	1.13	26.06	0.092
120	1.05	26.06	0.086

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.3	g.	Water Content	48	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.70	26.06	0.057
20	1.28	26.06	0.105
30	1.49	26.06	0.122
40	1.75	26.06	0.143
50	1.83	26.06	0.150
60	1.83	26.06	0.150
70	1.80	26.06	0.147
80	1.76	26.06	0.144
90	1.62	26.06	0.132
100	1.68	26.06	0.137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

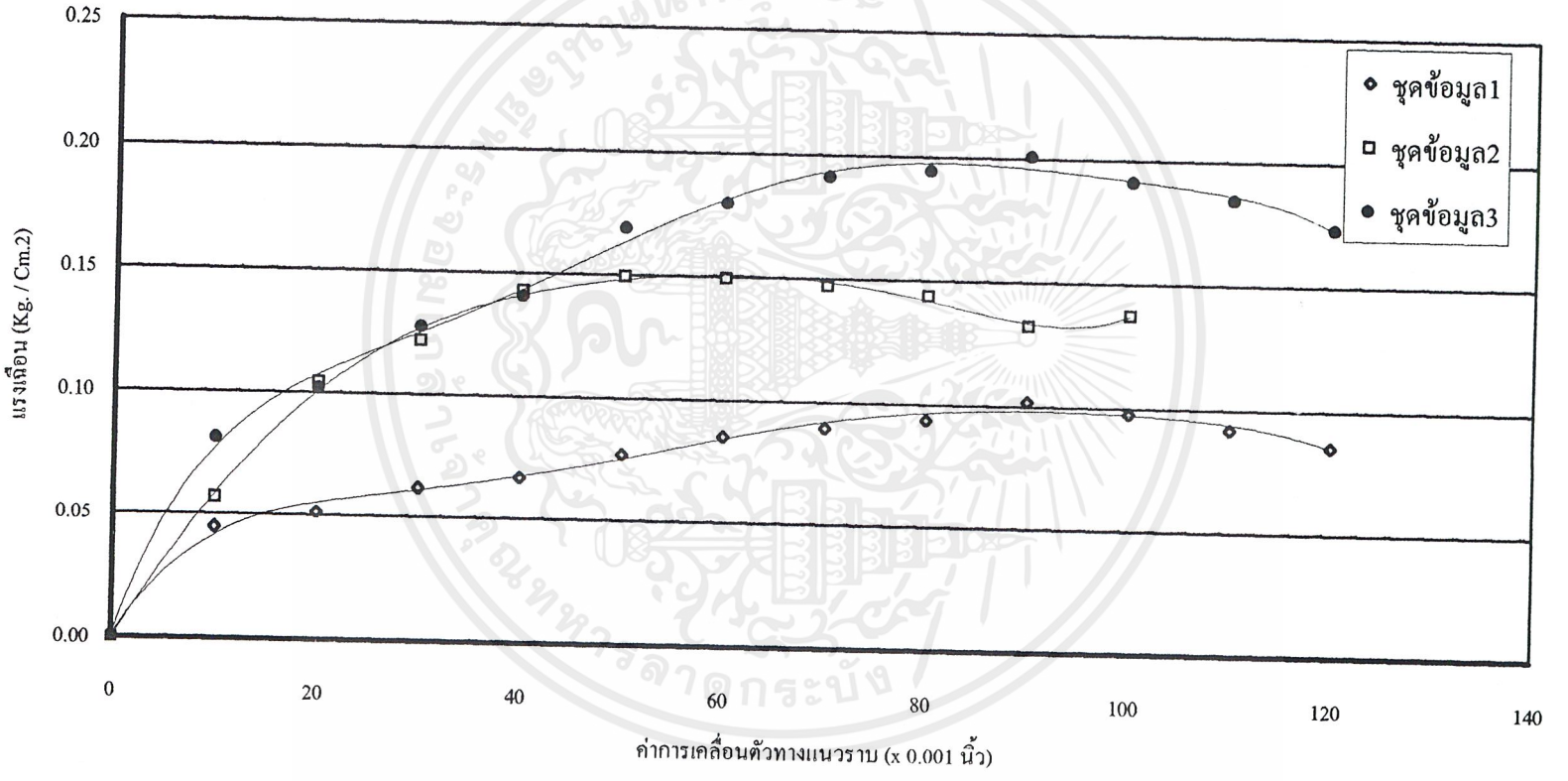
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 50% Sand 50% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	85.92	g.	Water Content	45	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.09	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.00	26.06	0.082
20	1.25	26.06	0.102
30	1.56	26.06	0.127
40	1.72	26.06	0.141
50	2.07	26.06	0.169
60	2.20	26.06	0.180
70	2.34	26.06	0.191
80	2.38	26.06	0.195
90	2.46	26.06	0.201
100	2.34	26.06	0.191
110	2.26	26.06	0.185
120	2.12	26.06	0.173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดิน50%ทราย50%กับคอนกรีต



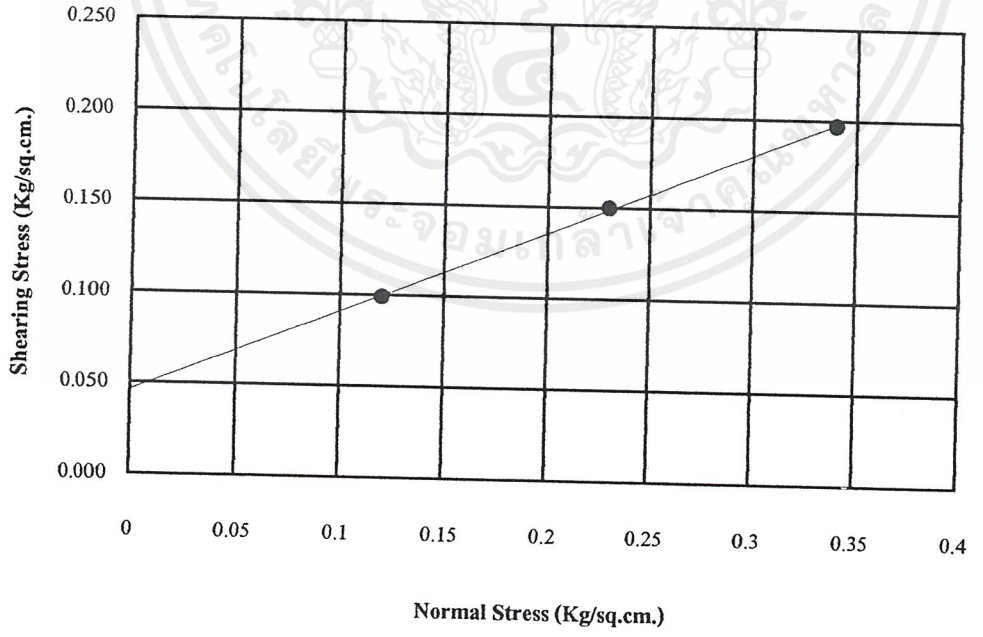
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Clay 50% Sand 50% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	41.2	0.12	0.099
2	48.3	0.23	0.150
3	45.3	0.34	0.197
ความชื้นเฉลี่ย =	44.9 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดิน50%ทราย50%กับคอนกรีต



ค่า ϕ =	23.95 องศา	ค่า C =	0.047 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบดินเหนียว 25 %ปนทราย 75 % กับคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	77.6	g.	Water Content	25.9	%
Nǫrmal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.15	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.60	26.06	0.049
20	0.80	26.06	0.065
30	0.98	26.06	0.080
40	1.12	26.06	0.092
50	1.26	26.06	0.103
60	1.35	26.06	0.110
70	1.50	26.06	0.123
80	1.42	26.06	0.116
90	1.30	26.06	0.106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	80.3	g.	Water Content	29.4	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.18	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg. / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.80	26.06	0.065
20	1.10	26.06	0.090
30	1.26	26.06	0.103
40	1.44	26.06	0.118
50	1.68	26.06	0.137
60	1.95	26.06	0.159
70	2.20	26.06	0.180
80	1.87	26.06	0.153
90	1.70	26.06	0.139
100	1.60	26.06	0.131
110	1.55	26.06	0.127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

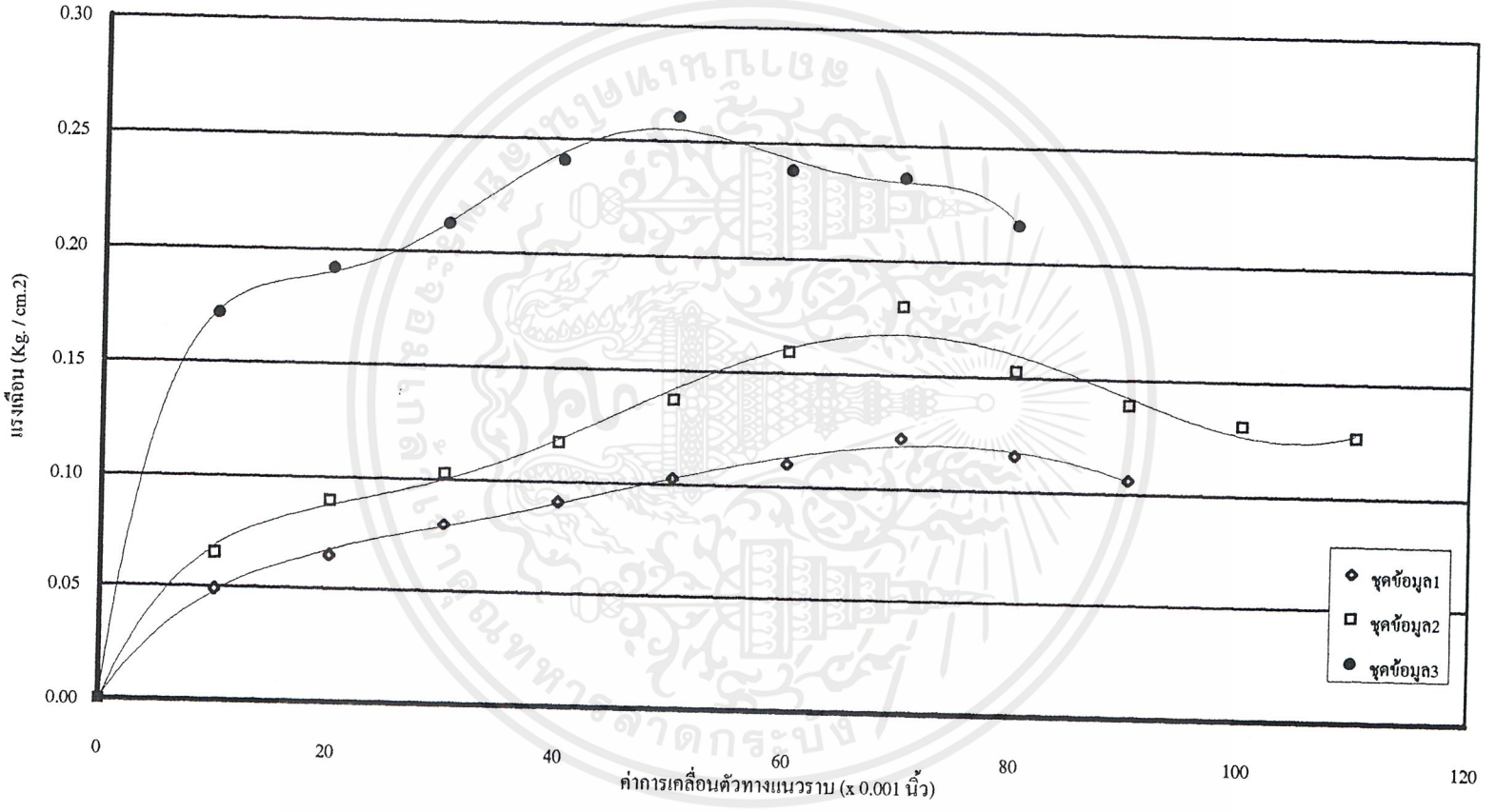
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	1	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	83.71	g.	Water Content	23.9	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.17	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg / cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	2.10	26.06	0.172
20	2.35	26.06	0.192
30	2.60	26.06	0.212
40	2.95	26.06	0.241
50	3.19	26.06	0.261
60	2.92	26.06	0.239
70	2.89	26.06	0.236
80	2.65	26.06	0.217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว 25%ทราย 75%กับคอนกรีต



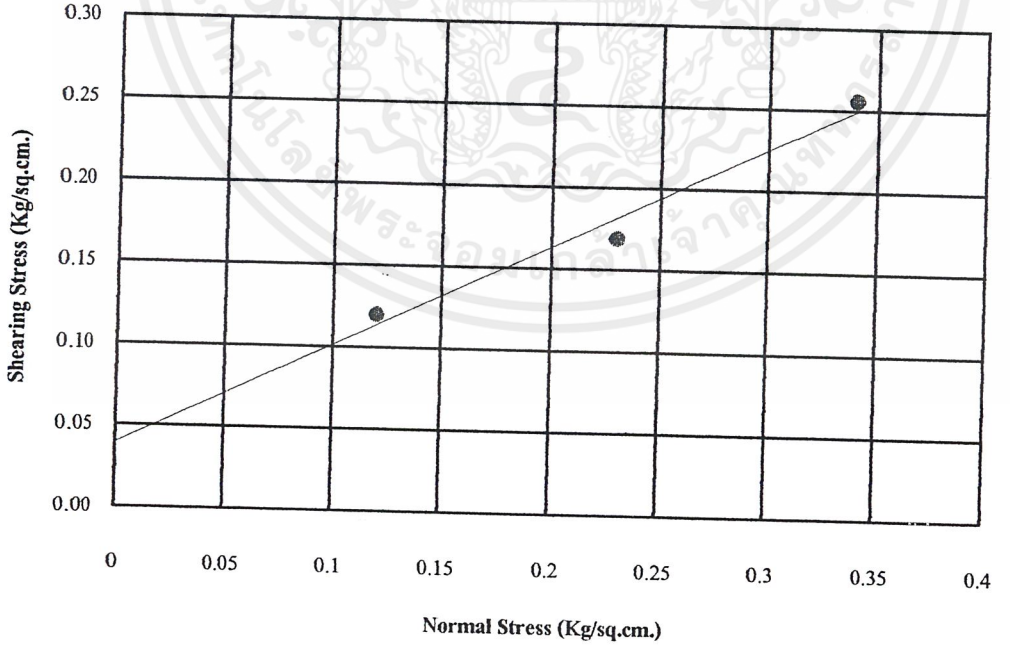
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 1

Soil Descriptic Clay 25% Sand 75% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	25.9	0.12	0.120
2	29.4	0.23	0.169
3	23.9	0.34	0.256
ความชื้นเฉลี่ย =	26.4 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว 25%ทราย 75%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 31.70 องศา ค่า C = 0.040 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	68.37	g.	Water Content	31	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.15	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.75	26.06	0.061
20	0.85	26.06	0.069
30	1.14	26.06	0.093
40	1.22	26.06	0.100
50	1.30	26.06	0.106
60	1.35	26.06	0.110
70	1.20	26.06	0.098
80	1.15	26.06	0.094
90	1.02	26.06	0.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	53.05	g.	Water Content	29	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.13	26.06	0.092
20	1.20	26.06	0.098
30	1.43	26.06	0.117
40	1.62	26.06	0.132
50	1.83	26.06	0.150
60	1.95	26.06	0.159
70	2.00	26.06	0.163
80	1.82	26.06	0.149
90	1.78	26.06	0.145
100	1.62	26.06	0.132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

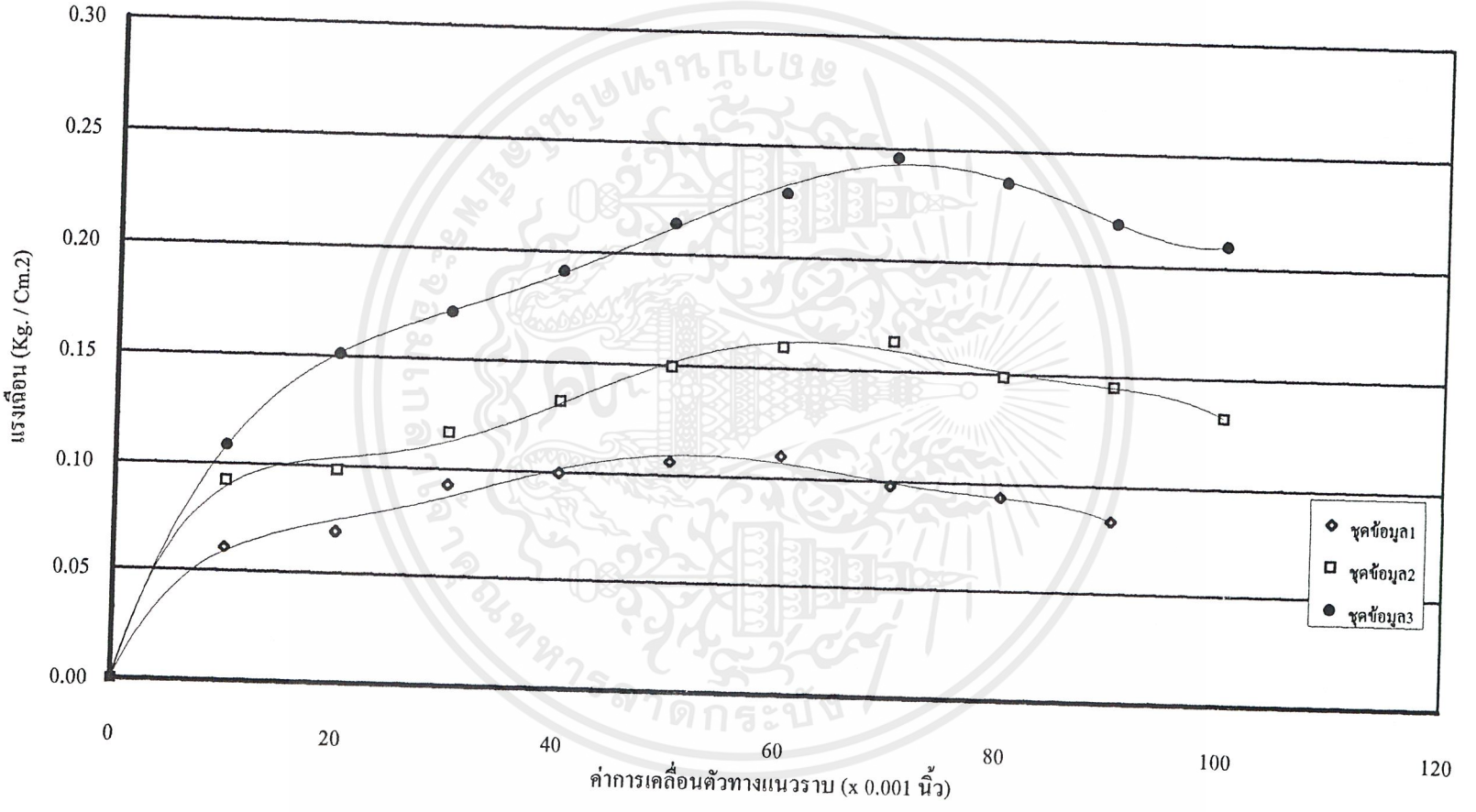
Location	Ladkrabang		Sample No.	2	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	71.58	g.	Water Content	26	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.21	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.33	26.06	0.109
20	1.85	26.06	0.151
30	2.10	26.06	0.172
40	2.34	26.06	0.191
50	2.62	26.06	0.214
60	2.80	26.06	0.229
70	3.01	26.06	0.246
80	2.89	26.06	0.236
90	2.68	26.06	0.219
100	2.57	26.06	0.210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว 25%ทราย 75%กับคอนกรีต



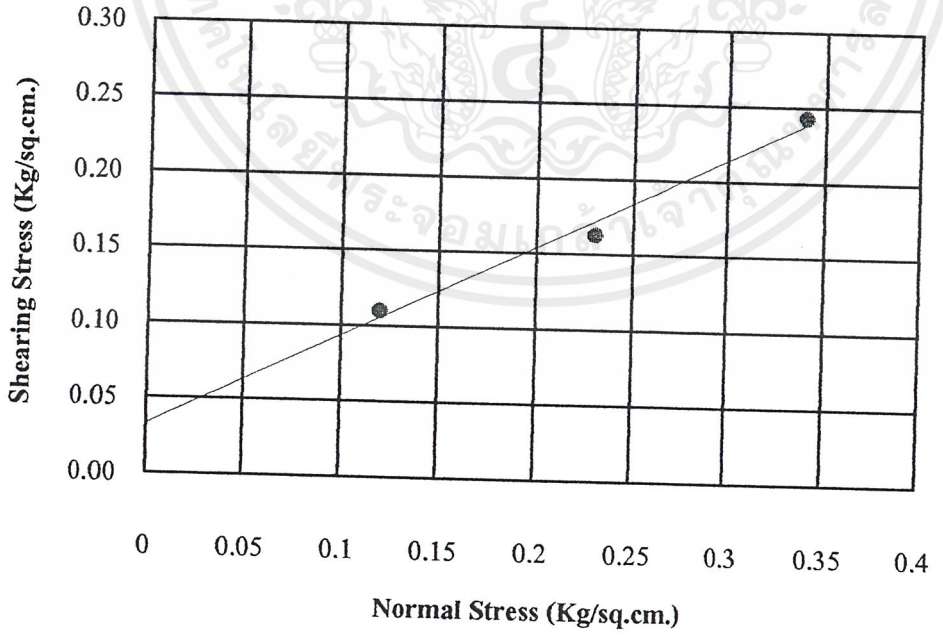
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 2

Soil Descriptic Clay 25% Sand 75% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	31.2	0.12	0.110
2	29.3	0.23	0.163
3	25.5	0.34	0.243
ความชื้นเฉลี่ย =	28.7 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว25%ทราย75%กับคอนกรีต



ค่า ϕ =	31.10 องศา	ค่า C =	0.035 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptio Clay 25% Sand 75% with Concrete

Sample Data :

Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	70.65	g.	Water Content	27	%
Normal Load	3.015	Kg.	Normal Stress	0.12	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.48	26.06	0.039
20	0.67	26.06	0.055
30	0.85	26.06	0.069
40	1.15	26.06	0.094
50	1.20	26.06	0.098
60	1.32	26.06	0.108
70	1.21	26.06	0.099
80	1.10	26.06	0.090
90	0.99	26.06	0.081

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	73.3	g.	Water Content	24	%
Normal Load	5.905	Kg.	Normal Stress	0.23	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.19	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	0.82	26.06	0.067
20	1.36	26.06	0.111
30	1.53	26.06	0.125
40	1.68	26.06	0.137
50	1.90	26.06	0.155
60	2.04	26.06	0.167
70	2.25	26.06	0.184
80	2.30	26.06	0.188
90	2.21	26.06	0.181
100	2.02	26.06	0.165
110	1.90	26.06	0.155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

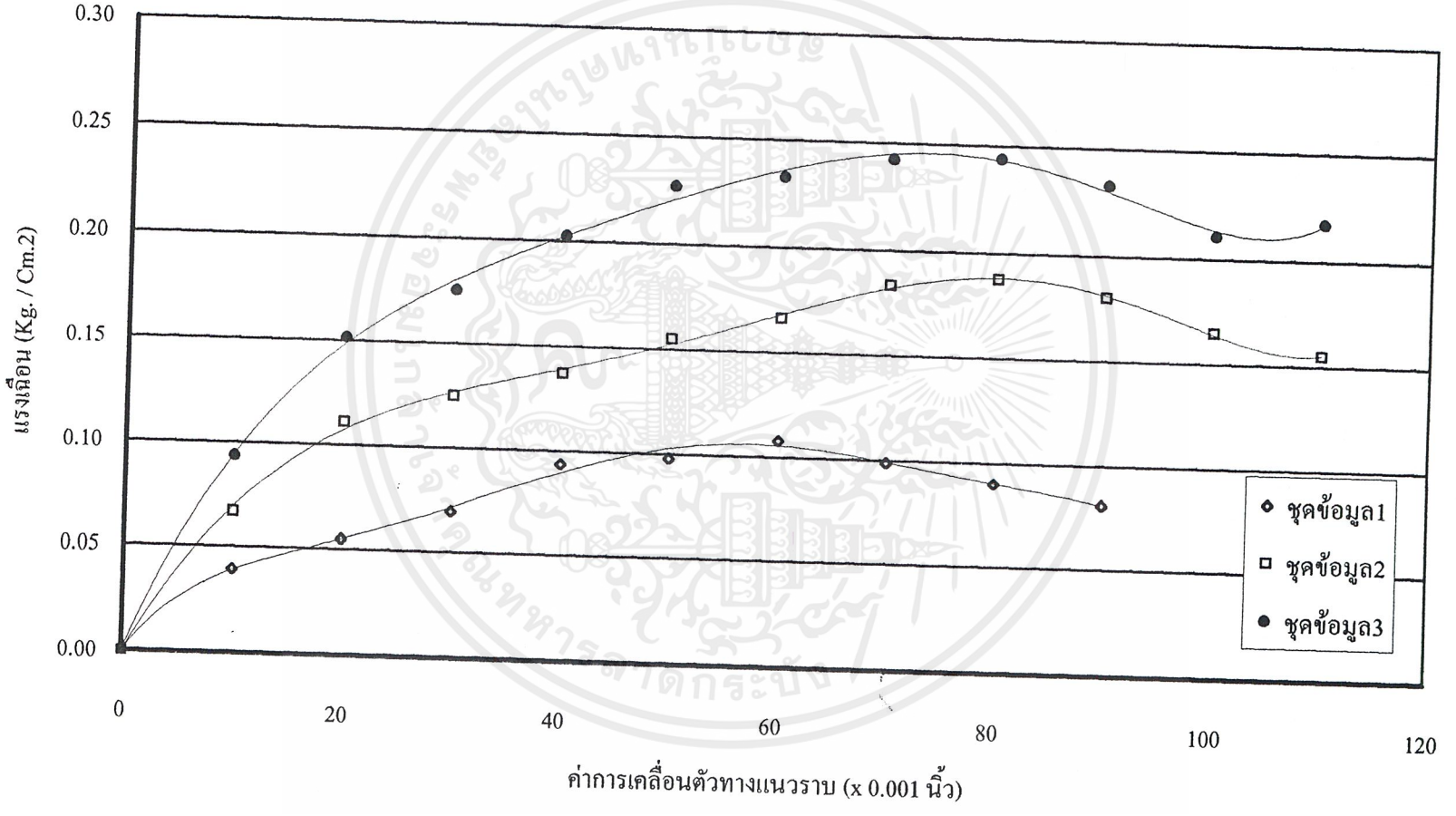
Location	Ladkrabang		Sample No.	3	
Soil Descriptio	Clay 25% Sand 75% with Concrete				
Sample Data :					
Initial Area	26.06	sq. cm.	Initial Height	1.87	cm.
Initial Weight	80.56	g.	Water Content	23	%
Normal Load	8.909	Kg.	Normal Stress	0.34	Kg/cm.2
Loading Rate	0.0254	cm. / min	Vertical Deformation	0.23	cm.
Proving Ring Constant(K	2.13	Kg. / 0.0001 in.			

Horizental Deformation x 0.001 in.	Proving Ring Read x 0.0001 in.	Corrected Area square cm.	Shearing Stress Kg/cm.2
0	0.00	26.06	0.000
10	1.15	26.06	0.094
20	1.86	26.06	0.152
30	2.15	26.06	0.176
40	2.48	26.06	0.203
50	2.78	26.06	0.227
60	2.85	26.06	0.233
70	2.97	26.06	0.243
80	2.99	26.06	0.244
90	2.85	26.06	0.233
100	2.58	26.06	0.211
110	2.66	26.06	0.217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวทางแนวราบของดินเหนียว 25%ทราย 75%กับคอนกรีต



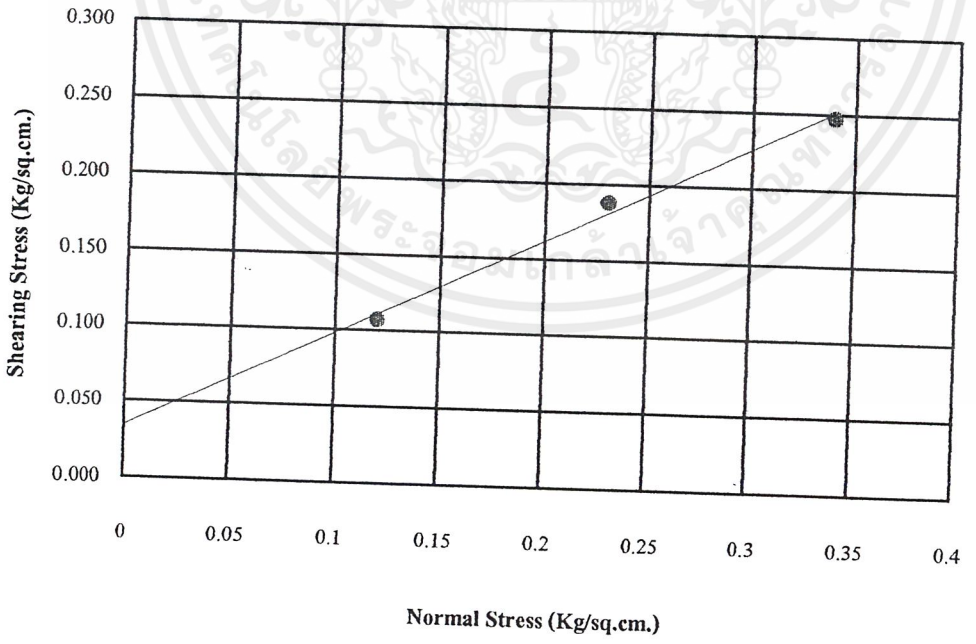
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Location Ladkrabang Sample No. 3

Soil Descriptic Clay 25% Sand 75% with Concrete

การทดลองที่	ปริมาณความชื้น %	ความเค้นแนวตั้งฉาก กก. / ซม.2	แรงเฉือนสูงสุด กก. / ซม.2
1	27.3	0.12	0.107
2	24.2	0.23	0.188
3	23.3	0.34	0.247
ความชื้นเฉลี่ย =	24.9 %		

กราฟแสดงแรงเฉือนและแรงกระทำของดินเหนียว 25%ทราย 75%กับคอนกรีต



ค่า ϕ = 32.31 องศา ค่า C = 0.035 กก./ซม.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลการหาค่าคงที่ของวงแหวนวัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของวงแหวนวัดแรง (PROOVING RING)

ส่วนราชการ กองวิเคราะห์และวิจัย

การทดสอบที่ L-729/28

การทดสอบ PROOVING RING

ผู้ทดสอบ พรชัย งอสุรเชษฐ์

ภาณุมาศ อัครธราดล

LOAD (KG.)	DEFLECTION (X 10^{-4})	ค่า K
0.998	0.50	2.00
1.905	0.82	2.32
2.915	1.35	2.16
3.916	1.85	2.12
4.920	2.38	2.07
	เฉลี่ย	**2.13**

ดังนั้นจะได้ค่า K = 2.13 Kg. / 0.0001 *in.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้